

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM BATATA
INGLESA E SEU EFEITO SOBRE
COLEÓPTEROS DESFOLHADORES E
PREDADORES**

FRANSCINELY APARECIDA DE ASSIS

2010

FRANSCINELY APARECIDA DE ASSIS

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM BATATA INGLESA E SEU EFEITO
SOBRE COLEÓPTEROS DESFOLHADORES E PREDADORES**

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
2010

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

Assis, Franscinely Aparecida de.

Indução de resistência em batata inglesa e seu efeito sobre
coleópteros desfolhadores e predadores / Franscinely Aparecida de
Assis. – Lavras : UFLA, 2010.

47 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

1. Insecta. 2. Dióxido de sílica. 3. *Chrysomelidae*. 4. MIP. 5.
Silício. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.7648

FRANSCINELY APARECIDA DE ASSIS

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM BATATA INGLESA E SEU EFEITO
SOBRE COLEÓPTEROS DESFOLHADORES E PREDADORES**

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 23 de fevereiro de 2010

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira UFLA

Dr. Rogério Antônio Silva EPAMIG

Prof. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*“Os que confiam no senhor serão como o monte de Sião, que não se abala, mas
permanece para sempre.”*

(Salmo 125)

*A Deus, pelo dom da vida.
A minha família, por todo amor, carinho e apoio.
Aos meus amigos, pela força.*

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por caminhar comigo, iluminar minha mente e permitir a realização deste sonho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de ampliar os meus conhecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Jair Campos Moraes, pela orientação, ensinamentos, dedicação e amizade. Ao professor Luís Cláudio Paterno Silveira e ao pesquisador Rogério Antônio Silva, pela participação na banca examinadora.

A todos os professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos.

A Amanda Nascimento, Jonas Françoso e Washington Assis, pela disponibilidade e auxílio na condução de todos os experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Irene, exemplo de dedicação e Julinho, pela amizade e ajuda.

Aos meus pais, Washington e Cristina, pelo amor, apoio, incentivo e confiança. Sem vocês ao meu lado, nada seria possível.

As minhas irmãs, Cintia e Gleice, por acreditarem em meu potencial.

Ao meu amor, Antônio César, pelo carinho e incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos grandes amigos, Luís Fidélis e Rita Dionísio, pelos conselhos e pela lealdade.

Aos amigos da pós-graduação, pela convivência, amizade e ajuda durante o curso.

A Joãozinho, Nina, Tuffy, Chiquinho, Luana e Belinha, por terem trazido mais alegria a minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO 2: Efeitos da terra diatomácea SOBRE <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata inglesa	14
1 Resumo	15
2 Abstract.....	16
3 Introdução	17
4 Material E Métodos	19
4.1 Efeito da terra diatomácea aplicada em plantas de batata inglesa sobre <i>D.</i> <i>speciosa</i>	19
4.2 Ação inseticida da terra diatomácea sobre <i>D. speciosa</i>	20
5 Resultados e discussão.....	21
5.1 Efeito da terra diatomácea aplicada em plantas de batata inglesa sobre <i>D.</i> <i>speciosa</i>	21
5.2 Ação inseticida da terra diatomácea sobre <i>D. speciosa</i>	23
4 Conclusões.....	25
7 Referências bibliográficas.....	26
CAPÍTULO 3: Indutores de resistência a coleópteros desfolhadores em batata inglesa e seus efeitos na ocorrência de predadores e no desenvolvimento da cultura	29
1 Resumo	30
2 Abstract.....	31

3	Introdução	32
4	Material e métodos.....	35
5	Resultados e discussões	37
7	Conclusões.....	42
8	Referências Bibliográficas.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Número de folíolos/vaso e porcentagem de folíolos injuriados (média±EP) por <i>D. speciosa</i> , em plantas de batata inglesa submetidas a diferentes tratamentos em teste sem chance de escolha (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas).....	21
TABELA 2	Número de folíolos/vaso e porcentagem de folíolos injuriados (média±EP) por <i>D. speciosa</i> , em plantas de batata inglesa submetidas a diferentes tratamentos em teste com chance de escolha (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas).....	22
TABELA 3	Número de injúrias foliares e porcentagem de mortalidade acumulada (média±EP) de <i>D. speciosa</i> em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas).....	24
TABELA 4	Número de coleópteros desfolhadores e predadores (média±EP) coletados na parte aérea (5 plantas/parcela) e no solo (2 armadilhas/parcela), em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.....	37
TABELA 5	Relação das espécies de coleópteros desfolhadores e predadores coletadas em batata inglesa. Lavras, MG, 2009.....	38
TABELA 6	Número de folíolos com orifícios e número de orifícios/planta (média±EP) em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.....	39
TABELA 7	Número de orifícios e porcentagem de tubérculos por categoria de dano (média±EP) em batata inglesa submetida a	

	diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.....	40
TABELA 8	Altura (cm), diâmetro (mm) e produtividade de tubérculos (kg/parcela) (média±EP) de batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.....	41

RESUMO

ASSIS, Franscinely Aparecida de. **Indução de resistência em batata inglesa e seu efeito sobre coleópteros desfolhadores e predadores**. 2010. 47p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A vaquinha, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), é praga-chave da cultura de batata inglesa, pois ocasiona danos econômicos, devido às injúrias de suas larvas nos tubérculos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de ácido silícico, acibenzolar-s-metil (ASM) e terra diatomácea (TD) em batata inglesa sobre coleópteros desfolhadores e predadores e os possíveis reflexos no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da cultura. Em laboratório adotou-se o DIC com três tratamentos e oito repetições, sendo: 1 - testemunha; 2 - TD polvilhada (0,5g/vaso) e 3 - TD pulverizada a 1%. As batateiras, cv. Emerald, foram polvilhadas ou pulverizadas com TD 30 dias após o plantio e 24 horas após a aplicação. As plantas foram fornecidas aos insetos sem e com chance de escolha. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de folíolos/vaso, porém, uma menor porcentagem de folíolos com injúrias foi observada em plantas que receberam a aplicação de TD. Com relação à ação inseticida da TD, foi verificado seu efeito após as 48 horas. No experimento a campo, foi utilizado o DBC com quatro tratamentos e seis repetições, sendo: 1 - testemunha; 2 - pulverização foliar de ácido silícico a 1%; 3 - pulverização foliar de acibenzolar-s-metil (ASM) a 0,02% e 4 - pulverização foliar de terra diatomácea (TD) a 1,15%. A aplicação dos tratamentos não influenciou a presença de coleópteros desfolhadores e predadores na cultura, tanto na parte aérea como no solo, porém, as plantas tratadas com ácido silícico e ou TD foram menos atacadas pelos desfolhadores. Também as plantas tratadas com acibenzolar-s-metil ou TD produziram tubérculos com menor número de injúrias (orifícios). Além disso, as pulverizações com ácido silícico, ASM e/ou TD proporcionaram aumento significativo na altura e no diâmetro das plantas, porém, sem afetar a produtividade. Dessa forma, os indutores de resistência testados podem ser recomendados para o manejo de coleópteros desfolhadores em batata inglesa, como complemento ao controle químico.

* Orientador: Jair Campos Moraes

ABSTRACT

ASSIS, Franscinely Aparecida de. **Induction of resistance in potato and its effect on predatory and defoliator Coleoptera.** 2010. 47p. Dissertation (Master's in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The South American Rootworm, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), is the key pest of the English potato culture because it causes economic damage due to the injuries their larvae cause to the tubers. The objective of this work was to evaluate the effects of silicic acid, acibenzolar-s-methyl (ASM) and diatomaceous earth (DE) application in English potato on defoliator and predator coleopterons and the possible effects on the vegetative development and the culture productivity. In laboratory a completely randomized design was adopted with three treatments and eight repetitions, being: 1 - control; 2 - sprinkled DE (0.5g/vase) and 3 - 1% sprayed DE. The potato plants, cv. Emeraude, were sprinkled or sprayed with DE 30 days after the planting and 24 hours after the application, the plants were supplied the insects, with and without a chance of choice. There was no significant difference among the treatments in relation to the number of leaflets/vase, however a lower leaflet with injury percentage was observed in plants that received the application of DE. Regarding the insecticide action of DE, its effect was verified after 48 hours. In the field experiment a casualized block design was used with four treatments and six repetitions, being: 1 - control; 2 - foliar spraying of 1% silicic acid; 3 - foliar spraying of 0.02% acibenzolar-s-methyl (ASM) and 4 - foliar spraying of 1.15% diatomaceous earth (DE). The application of the treatments did not influence the presence of defoliator and predator coleopterons in the culture, in the aerial part and in the soil, however the plants treated with silicic acid and/or DE were less attacked by the defoliators. Furthermore, the plants treated with acibenzolar-s-methyl or DE produced tubers with smaller number of injuries (holes). The spraying with silicic acid, ASM and/or DE also provided significant increase in the height and diameter of the plants, without, however, affecting the productivity. As a result, the resistance inductors tested can be recommended for the management of defoliator coleopterons in English potato as a complement to chemical control.

* Advisor: Jair Campos Moraes

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) é uma solanácea originária dos Andes, próximo à fronteira entre o Peru e a Bolívia. Esta planta apresenta ciclo curto e anual, flores hermafroditas, raízes superficiais e três tipos de caule: as hastes aéreas (clorofiladas), os estolões (subterrâneos) e os tubérculos, que se desenvolvem nas extremidades dos estolões (Filgueira, 2003).

Com o passar dos anos, a espécie *S. tuberosum* se tornou cosmopolita, servindo de alimento universal. Assim, em 2008, o Brasil foi responsável por produzir 3,6 milhões de toneladas de batata em 144,8 mil hectares, apresentando um rendimento médio de 25,4 t/ha (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2009). Em relação à importância alimentar, a batata é considerada pelos nutricionistas boa fonte de carboidratos (15-20%), fósforo e vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina e niacina) (Filgueira, 2003).

Contudo, um dos problemas que mais prejudicam a produtividade da cultura são os insetos-praga. Por isso, várias pesquisas têm sido realizadas, visando conferir resistência às batateiras contra o ataque de pragas como a larva-alfinete *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) e a mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) (Gallo et al., 2002; Lara et al., 2004; Gomes et al., 2009).

Dentre os insetos desfolhadores, a espécie *D. speciosa* se destaca por ser multivoltina e polífaga, distribuindo-se através da América Latina. Predomina sobre as demais espécies do mesmo gênero, sendo uma das mais importantes pragas da agricultura brasileira (Milanez et al., 2001).

Na fase adulta, esses insetos alimentam-se das folhas e, quando promovem desfolha de até 35% no início do ciclo da cultura, a planta consegue boa recuperação. Porém, se a desfolha for superior a 70%, as perdas na produção

serão mais significativas. As larvas promovem a depreciação comercial do tubérculo e, dependendo do grau de ataque, até o refugo no comércio, fazendo com que o uso de inseticidas para controlar as pragas de solo seja cada vez mais frequente (Salles, 2000a,b).

Os ovos desse inseto-praga são depositados próximos da base das plantas hospedeiras. Porém, a capacidade de postura pode ser influenciada pela qualidade nutricional do alimento utilizado na fase larval ou na fase adulta. Plântulas de milho e radículas de batata são mais adequadas como alimento para as larvas, enquanto folhas de batata e de feijão são mais apreciados pelos adultos (Ávila & Parra, 2002).

O controle químico com inseticidas sintéticos é o método mais difundido para o manejo de *D. speciosa*, havendo predominância de formulações dos grupos dos fosforados (Salles & Grutzmacher, 1999) e dos piretroides (Alleoni et al., 2001). Porém, o emprego de inseticidas neonicotinoides tem substituído com eficiência os fosforados e os carbamatos (Salles, 2000a).

Em face dos efeitos indesejáveis do uso de inseticidas, como a poluição ambiental e a resistência das pragas mediante o uso prolongado, o problema ainda pode ser agravado devido à adoção de técnicas de irrigação inadequadas, gerando erosão no solo (Silva et al., 2007). Sendo assim, a adoção de plantas resistentes se torna uma alternativa viável por se integrar perfeitamente aos programas de manejo de pragas (Lara et al., 2000, 2004), não afetando os insetos benéficos na área de plantio, uma vez que eles promovem a regulação da população dos insetos-praga (Hagen, 1962).

A indução de resistência de plantas a insetos também é uma estratégia em potencial no manejo de pragas que pode provocar mudanças, tanto na qualidade como na quantidade de compostos do metabolismo secundário e de proteínas de defesa, além do reforço das barreiras estruturais da planta (Vendramim & França, 2006; Massey et al., 2007).

A resistência induzida corresponde ao aumento da capacidade defensiva das plantas contra patógenos e pragas, adquiridos depois de um estímulo apropriado. Para o desencadeamento desse processo é preciso um elicitador ou indutor, que são agentes que induzem alguma resposta de defesa na planta, como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas (Dixon et al., 1994).

Os elicitores podem ser bióticos, como a herbivoria e a infecção por microrganismos patogênicos, e abióticos (agentes químicos), como o ácido silícico e o benzo (1,2,3) tiadiazole-7 ácido carbotoico S-metil ester (acibenzolar) ASM (Dangl, 1998).

O silício (Si) é um dos elementos que podem agir como elicitador do processo de resistência induzida (Fawe et al., 2001). O Si é o segundo maior elemento em abundância na crosta terrestre, perdendo apenas para o oxigênio (Epstein, 1999). Este elemento é encontrado somente em formas combinadas, como a sílica e minerais silicatados. Cerca de 80% dos minerais das rochas ígneas e metamórficas são silicatos, sendo o quartzo e o feldspato alcalino os minerais silicatados mais comuns (Jackson, 1964).

O ácido monossilícico [(H_4SiO_4) , ou $\text{Si}(\text{OH})_4$], também denominado de ácido ortossilícico ou simplesmente ácido silícico, ocorre na solução do solo, nas águas doces e oceanos de todo o mundo. A principal fonte natural de silício no solo é o feldspato que, ao sofrer o processo de intemperização, resulta em argilas (caulinita e montmorilonita) e libera o ácido silícico, em grande parte na forma não dissociada, que é a principal forma de absorção do silício pelas plantas (Exley, 1998).

Existem várias fontes de ácido silícico, como as decomposições de resíduos vegetais e a adição de fertilizantes silicatados (Savant et al., 1997). Já os drenos são a lixiviação e a absorção pelas plantas (Lima Filho et al., 1999).

A absorção de Si da solução do solo pelas raízes da planta ocorre de forma passiva, na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4). Ele é transportado

através do xilema das plantas e depositado nas paredes das células, principalmente nas folhas (Jones & Handreck, 1967). Contudo, a deposição de silício também pode ocorrer no lúmen celular e nos espaços intercelulares dos tecidos das raízes ou na camada extracelular da cutícula (Sangster et al., 2001).

Vários benefícios, em relação ao estresse biótico e abiótico, podem ser obtidos por meio do silício, como: formar complexos com o alumínio e reduzir a toxidez desse elemento; melhorar a arquitetura das plantas tornando-as eretas e depositado no caule, prevenir o tombamento pelo fortalecimento deste (Ma et al., 2001).

Este elemento químico é capaz de formar uma barreira de resistência mecânica à invasão de fungos para o interior da planta e de dificultar a ação de insetos sugadores e herbívoros (Epstein, 1999).

O efeito da proteção mecânica do silício nas plantas é atribuído ao seu depósito na forma de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) na parede celular. O acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma camada dupla de sílica cuticular que, pela diminuição da transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor (Korndörfer et al., 2004). A silificação da epiderme dificulta a penetração e a mastigação pelos insetos, devido ao endurecimento da parede das células vegetais (Datnoff et al., 2001).

O conteúdo de silício nas plantas varia de 0,1% a 10% em base seca, concentrando-se nos tecidos suporte do caule e das folhas, mas também pode ser encontrado em pequenas quantidades nos grãos. Sendo assim, as plantas podem ser classificadas como acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras de Si, e serem avaliadas de acordo com a relação molar Si:Ca encontrada nos tecidos. Nas relações acima de 1,0, as plantas são consideradas acumuladoras; entre 1,0 e 0,5, são consideradas intermediárias e menores do que 0,5, não acumuladoras (Ma et al., 2001).

Nas plantas acumuladoras, com teor bastante elevado de Si, a absorção

está ligada à respiração aeróbia, sendo representantes deste grupo plantas de arroz, cana-de-açúcar, trigo, sorgo e as gramíneas em geral. Plantas intermediárias, como as cucurbitáceas e a soja, apresentam quantidade considerável de Si translocado livremente das raízes para a parte aérea, quando a concentração do elemento já é alta no meio. Já as plantas não acumuladoras são caracterizadas por um baixo teor de silício, mesmo com altos níveis desse elemento no meio. A batateira, o morangueiro, o cafeeiro e as dicotiledôneas em geral são plantas que representam esse grupo (Korndorfer et al., 2004).

Pesquisas demonstram o efeito benéfico da utilização do silício como agente indutor de resistência em plantas contra o ataque de insetos-praga. Assim, Goussain et al. (2002), verificaram maior mortalidade e canibalismo de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) ao final do segundo instar, quando alimentadas com folhas de plantas de milho tratadas com silicato de sódio. Também foi observado um desgaste acentuado na região incisora das mandíbulas das lagartas, devido à ação da barreira mecânica proporcionada pela deposição de silício na parede celular das folhas tratadas.

Em plantas de trigo, a adubação silicatada afetou negativamente a preferência e a taxa de crescimento do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), proporcionando um aumento na atividade das enzimas oxidativas peroxidase e polifenoloxidase envolvidas no processo de indução de resistência (Gomes et al., 2005).

A aplicação do silício também desencadeia mecanismos de defesa bioquímica na planta infectada, tais como a produção de compostos fenólicos, quitinases, peroxidases e acúmulo de lignina, o que poderia interferir no crescimento e no desenvolvimento de insetos-praga (Fawer et al., 1998).

A lignina, além de proporcionar suporte mecânico, coíbe o consumo das plantas pelos herbívoros, tornando-a relativamente indigerível por esses organismos, devido à sua capacidade de ligação à celulose e as proteínas. A

lignificação bloqueia o crescimento de patógenos e é uma resposta frequente à infecção ou à lesão. Além disso, outros compostos secundários, como os alcaloides, podem causar, em geral, deterrência alimentar, alterações metabólicas, redução no crescimento e desenvolvimento desses organismos (Taiz & Zeiger, 2004).

Entre os agentes químicos abióticos, o produto acibenzolar-s-metil (ASM) de fórmula molecular ($C_8H_{16}N_2OS_2$) (éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotioico) foi desenvolvido, inicialmente, para induzir a proteção em plantas de cereais, fumo, banana e hortaliças contra doenças causadas por fungos e bactérias, sendo conhecido pelos nomes comerciais de Bion[®] e Actigard[™] (Tally et al., 1999).

O ASM (Bion[®]), análogo do ácido salicílico, é o indutor de resistência mais conhecido e liberado para uso comercial (Lyon & Newton, 1997). Esse composto pode levar à ativação de genes que codificam a resistência das plantas, sendo translocado pelo floema e pelo xilema através de um rápido metabolismo, apresentando baixa fitotoxidez (Venâncio et al., 2000).

Em tomateiro, Paradela et al. (2001) verificaram a eficiência do ASM como indutor de resistência a *Thrips tabaci* (Lind., 1888) (Thysanoptera: Thripidae), vetor de fitoviroses. A aplicação de silicato de cálcio e acibenzolar-s-metil em plantas de pepino proporcionou a indução de mecanismo de não-preferência para oviposição a *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), causando alta mortalidade de ninfas e aumento na duração do período ninfal, o que pode estar relacionado à presença de substâncias de defesa que podem causar efeitos adversos à biologia do inseto (Correa et al., 2005).

Uma alternativa para o controle de insetos-praga é a utilização de terra diatomácea que é obtida pela moagem de algas diatomáceas fossilizadas, provenientes do mar ou de água doce, que possuam sílica em sua estrutura

(Lorini et al., 2003). A terra diatomácea tem como nome químico dióxido de sílica, pertence ao grupo químico inorgânico e classe inseticida, sua classificação toxicológica é III e tem liberação para aplicação em produtos armazenados, sem restrições para o intervalo de segurança (Agência Nacional de Vigilância Sanitária-Anvisa, 2009).

Os pós inertes à base de terra diatomácea aderem à epicutícula dos insetos e atuam por abrasão e adsorção de lipídios epicuticulares. Conseqüentemente, os insetos morrem por desidratação, quando cerca de 60% de água ou 30% da massa corporal total são perdidos. Vários estudos constataram o efeito inseticida deste pó inerte, principalmente para o controle de pragas de grãos armazenados (Pinto Júnior et al., 2005; Martins & Oliveira, 2008).

Entre os diversos fatores que podem afetar a eficiência da terra diatomácea têm-se a temperatura, uma vez que a ação deste pó inerte está diretamente relacionada ao tempo de contato, e os insetos são ectotérmicos, portanto, mais ativos em temperaturas mais elevadas (Fields & Korunic, 2000). Além disso, a granulometria dos substratos onde será aplicado o pó inerte pode interferir na mortalidade dos insetos, uma vez que substratos de maior granulometria impedem o contato do inseto com quantidades suficientes de terra diatomácea capaz de desencadear alterações fisiológicas (Alves et al., 2008).

Assim, o objetivo, com a realização desta pesquisa, foi o de avaliar os efeitos da aplicação de ácido silícico, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea em batata inglesa sobre coleópteros desfolhadores e predadores, e os possíveis reflexos no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da cultura, por meio de experimentos em laboratório e a campo.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Agrotóxico e toxicologia**: monografias de produtos agrotóxicos. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias/index.htm>>. Acesso em: 3 mar. 2009.

ALLEONI, B.; SOUZA NETO, A.M.; WIECHETECK, E.H. Eficiência das formulações 50CS e 250 CS do inseticida Karate no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.2, p.129-132, ago./dez. 2001.

ALVES, L.F.A.; OLIVEIRA, D.G.P.; NEVES, P.M.O.J. Fatores que afetam a eficiência da terra de diatomácea no controle de adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.6, p.716-722, nov./dez. 2008.

ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.739-743, set./out. 2002.

CORREA, R.S.B.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M.; CARVALHO, G.A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.3, p.429-433, May/June 2005.

DANGL, J. Plants just say NO to pathogens. **Nature**, London, v.394, n.6393, p.525-527, Aug. 1998.

DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 403p.

DIXON, R.A.; HARRISON, M.J.; LAMB, C.J. Early events in the activation of plant defense responses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.32, p.479-501, Sept. 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.50, n.1, p.641-664, 1999.

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.

FAWE, A.; MENZIES, J.G.; CHERIF, M.; BÉLANGER, R.R. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. p.159-166, 403p.

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

FIELDS, P.; KORUNIC, Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.36, n.1, p.1-13, Jan. 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.18-23, jan./fev. 2009.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; SANTOS, C.D.; GOUSSAIN, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agrícola**, 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.

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.7, n.35, p.289-326, 1962.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em:
<<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 16 nov. 2009.

JACKSON, M.L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F.E. (Ed.).
Chemistry of the soil. 2.ed. New York: Reinhold, 1964. p.71-141.

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K.A. Silica in soils, plants and animals.
Advanced Agronomy, New York, v.19, n.2, p.107-149, 1967.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3.ed. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. 23p. (Boletim Técnico, 1).

LARA, F.M.; POLETTI, M.; BARBOSA, J.C.L. Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.927-931, nov./dez. 2000.

LARA, F.M.; SCARANELLO, A.L.; BALDIN, E.L.L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.761-765, out./dez. 2004.

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.

LORINI, I.; MORAS, A.; BECKEL, H. **Tratamentos de sementes armazenadas com pós inertes à base de terra de diatomáceas**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2003. 4p. (EMBRAPA Trigo. Comunicado Técnico Online, 113). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

LYON, G.D.; NEWTON, A.C. Do resistance elicitors offer new opportunities in integrated disease control strategies? **Plant Pathology**, Oxford, v.46, n.5, p.636-641, Oct. 1997.

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATINOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. chap.2, p.17-39.

MARTINS, T.Z.; OLIVEIRA, N.C. Controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) no milho pipoca (*Zea mays* L.) tratado com terra de diatomácea. **Campo Digital**, Campo Mourão, v.1, n.2, p.79-85, jan./out. 2008.

MASSEY, F.P.; ENNOS, A.R.; HARTLEY, S.E. Herbivore specific induction of sílica-based plant defences. **Oecologia**, Berlin, v.152, n.2, p.677-683, Mar. 2007.

MILANEZ, J.M.; CORTINA, J.V.; LAJUS, C.R.; MENEGUZZI, Z.; CHIARADIA, L.A. Estudos da altura do vôo e flutuação populacional de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE PRAGAS DO SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-Soja, 2001. p.253-254.

PARADELA, A.L.; SCACHETTI, A.P.; MUNHOZ, R.; BORIM JÚNIOR, N.; CLAFIORI, M.H.; GALLI, M.A. Eficiência de bion (acibenzolar-S-methyl) como indutor de resistência para o complexo bacteriano (*Xanthomonas vesicatoria*; *Pseudomonas syringae* pv. Tomato e *Clavibacter michiganense* subsp. *michiganense*) e insetos vetores de fitovirose na cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.1, p.17-23, jan./jul. 2001.

PINTO JUNIOR, A.R.; LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N. Controle de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) com diferentes doses de terra de diatomácea (dióxido de sílica). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.3, n.1, p.75-79, jan./mar. 2005.

SALLES, L.A. Eficiência do inseticida thiamethoxam (Actara) no controle de pragas de solo da batata, *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Heteroderes* spp (Coleoptera: Elateridae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.2, p.149-151, maio/ago. 2000a.

SALLES, L.A. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.205-209, mar./abr. 2000b.

SALLES, L.A.; GRUTZMACHER, A.D. Eficiência do inseticida clorpirifós no controle de larvas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.195-197, mar./abr. 1999.

SANGSTER, A.G.; HODSON, M.J.; PARRY, D.W. Silicon deposition and anatomical studies in the inflorescence bracts of four *Phalaris* species with their possible relevance to carcinogenesis. **New Phytologist**, Cambridge, v.93, n.1, p.105-122, Jan. 2001.

SAVANT, N.K.; SNYDER, G.D.; DATNOFF, L.E. Silicon in management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.58, n.1, p.151-199, 1997.

SILVA, J.A.; PIRES, R.C.M.; SAKAI, E.; SILVA, T.J.A.; ANDRADE, J.E.; ARRUDA, F.B.; CALHEIROS, R.O. Desenvolvimento e produtividade da cultura da batata irrigada por gotejamento em dois sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.354-362, maio/ago. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 334p.

TALLY, A.; OOSTENDORP, M.; LAWTON, K.; STAUB, T.; BASSI, B. Commercial development of elicitors of induced resistance to pathogens. In: AGRAVAL, A.A.; TUZUN, S.; BENT, E. (Ed.). **Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology, and agriculture**. Saint Paul: APS, 1999. p.357-369.

VENÂNCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L.; PERES, N.A.R.P. Novos fungicidas: II., famoxadone e indutores de resistência. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, n.8, p.59-92, 2000.

VENDRAMIM, J.D.; FRANÇA, S.C. Indução de resistência a insetos. In: CAVALCANTI, L.S.; PIERO, R.M.; CIA, P.; CAVALCANTI, L.S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p.511-528.

**CAPÍTULO 2: Efeitos da terra diatomácea SOBRE *Diabrotica speciosa*
(Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata inglesa**

1 RESUMO

A espécie *D. speciosa* é um crisomelídeo responsável por causar danos consideráveis à batateira, tornando indispensável o seu manejo com inseticidas para minimizar os prejuízos causados à cultura. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da terra diatomácea sobre *D. speciosa* em batata inglesa em condições de laboratório. Adotou-se o DIC com três tratamentos e oito repetições, sendo: 1 - testemunha; 2 - TD polvilhada (0,5g/vaso) e 3 - TD pulverizada a 1%. As batateiras, cv. Emeraude, foram polvilhadas ou pulverizadas com TD 30 dias após o plantio e, 24 horas após a aplicação, as plantas foram fornecidas aos insetos, sem e com chance de escolha. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de folíolos/vaso, porém, menor porcentagem de folíolos com injúrias foi observada em plantas que receberam a aplicação de TD pulverizada (teste sem chance de escolha) e TD polvilhada ou pulverizada (teste com chance de escolha). Também houve redução do número de injúrias foliares às 24 e às 48 horas (TD polvilhada ou pulverizada) e, às 72 horas, a redução foi observada somente com a aplicação da TD polvilhada. Com relação à ação inseticida da TD, foi verificado seu efeito após as 48 horas, tanto via polvilhamento como pulverização. Assim, a aplicação de TD pode auxiliar no manejo de *D. speciosa*, contribuindo para conferir proteção às plantas de batata inglesa e aumentar a mortalidade desse inseto-praga.

Palavras-chave: Insecta, dióxido de sílica, Chrysomelidae, MIP.

2 ABSTRACT

The species *D. speciosa* is a chrysomelid responsible for causing considerable damage to the potato plant, making its management with insecticides to minimize the damage caused to the culture indispensable. Thus, the objective in this work was to evaluate the effects of diatomaceous earth (DE) on *D. speciosa* in English potato under laboratory conditions. A CRD (completely randomized design) was adopted with three treatments and eight repetitions, being: 1 - control; 2 - sprinkled DE (0.5g/vase) and 3 - 1% sprayed DE. The potato plants, cv. Emeraude, were sprinkled or sprayed with DE 30 days after the planting and 24 hours after the application, the plants were supplied the insects, with and without a chance of choice. There was no significant difference among the treatments in relation to the number of leaflets/vase, however a lower leaflet with injury percentage was observed in plants that received the application of powdered DE (tests without chance of choice) and sprinkled or powdered DE (tests without chance of choice). There was also reduction of the number of foliar injuries at 24 and 48 hours (sprinkled or powdered DE) and, at 72 hours, the reduction was only observed with the application of sprinkled DE. Regarding the insecticidal activity of TD, its effect was verified after 48 h, through sprinkling or spraying. As a result, the application of DE can aid in the management of *D. speciosa*, contributing to provide protection to the English potato plants and to increase the mortality of that insect pest.

Keywords: Insecta, silicon dioxide, Chrysomelidae, IPM.

3 INTRODUÇÃO

A espécie *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) é um besouro que, na fase adulta, é conhecido popularmente como vaquinha, patriota ou brasileirinho, devido à coloração de seu corpo. A larva é denominada de larva alfinete, por apresentar o corpo alongado e fino (Gassen, 1986).

No Brasil, este crisomelídeo tem sido registrado em várias culturas, como milho (Marques et al., 1999) e batata (Salles & Grutmacher, 1999; Lara et al., 2004), entre outras, demonstrando ser uma praga polífaga. Levantamentos populacionais realizados em diferentes genótipos de batateira demonstram que este inseto predomina como praga chave da cultura na safrinha (Grutmacher & Link, 2000). Os danos e injúrias provocados por *D. speciosa* em batateira variam em função da fase do inseto-praga, uma vez que as larvas, de hábito subterrâneo, provocam orifícios nos tubérculos e, na fase adulta, consomem a área foliar das plantas (Lara et al., 2004).

Dentre as formas de controle que podem ser empregadas para *D. speciosa* citam-se a adoção de genótipos que expressem algum mecanismo de resistência (Lara et al., 2000, 2004; Salles, 2000) e o uso de produtos químicos. Contudo, muitas vezes, o uso de inseticidas é feito de maneira generalizada e sistemática, sem levar em consideração os possíveis fatores que influenciam a incidência de pragas de solo, como o tipo de solo, a época de plantio e a cultivar (Salles, 2000). Assim, inseticidas do grupo dos carbamatos (Mikami & Ventura, 2008), fosforados (Salles & Grutmacher, 1999), neonicotinoides (Gomes et al., 2008) e piretroides (Alleoni et al., 2001) são empregados para o controle de *D. speciosa*, promovendo a contaminação dos cursos de água, além de afetar o meio ambiente e os organismos não-alvo.

Uma opção ao uso de inseticidas é a utilização da terra diatomácea, que é

um sedimento amorfo originado de carapaças de organismos unicelulares vegetais, como algas microscópicas aquáticas, constituído principalmente por sílica (58-91%) (Meisiner, 1981). Tem sido utilizada em várias pesquisas como agente de controle de pragas de grãos armazenados (Pinto Júnior et al., 2005; Ceruti et al., 2008; Pinto Júnior, 2008). Como inseticida, esse produto afeta o balanço de água do inseto, causando abrasão no tegumento e a morte por desidratação (Banks & Fields, 1995; Palyvos et al., 2006).

A terra diatomácea também exerce efeito sobre o comportamento dos insetos, uma vez que atua como repelente sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Alves et al., 2008; Oliveira et al., 2009) e *Sitophilus oryzae* (L., 1763) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst., 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) (Mohan & Fields, 2002).

Além disso, o silício tem apresentado efeito positivo no manejo de pragas em culturas de batata (Gomes et al., 2009), trigo (Costa et al., 2007) e soja (Moraes et al., 2009), entre outras, como um complemento ao controle químico.

Com isso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da terra diatomácea sobre *D. speciosa* em batata inglesa, em condições de laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Efeito da terra diatomácea aplicada em plantas de batata inglesa sobre *D. speciosa*

O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, no período de janeiro a outubro/2009.

O plantio das batateiras foi realizado em vasos com 3 kg, utilizando-se como substrato solo (Latosolo Vermelho Escuro) adubado com 3 g do adubo NPK (4-14-8) por vaso, equivalente a 2 t/ha, e uma batata-semente cv. Emeraude/vaso. Os vasos foram mantidos sobre bancadas no interior da câmara climatizada com temperatura de 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas. Após 30 dias do plantio, foram realizados o desbaste e o tutoramento das plantas com bambu, deixando-se duas hastes da batateira/vaso.

A coleta de adultos de *D. speciosa* foi realizada em cultura de feijoeiro, com o auxílio de sugador de plástico acoplado a recipiente de vidro. Posteriormente, esses coleópteros foram levados para o laboratório, onde foram mantidos, por 24 horas, em gaiola de acrílico 30x30x80 cm, e alimentados em plantas de batateira, cv. Emeraude, cultivadas em vasos.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram: T1 - testemunha; T2 - terra diatomácea (Insecto[®]) polvilhada na dosagem de 0,5 g/vaso e T3 - solução a 1% de terra diatomácea (Insecto[®]) pulverizada na dosagem de 50 mL/vaso. A solução a 1% foi preparada diluindo-se 0,5g de terra diatomácea em 50mL de água. Para o polvilhamento da TD sobre as hastes da batateira, foi utilizada uma peneira de plástico de 15 cm de diâmetro e, para a pulverização da solução, um pulverizador manual com capacidade para 1,5 L, até que a solução escorresse pelas folhas e hastes das plantas.

No teste sem chance de escolha, os vasos foram individualizados aleatoriamente em bancada e cobertos com tecido organza apoiado em duas hastes de bambu fixadas no substrato do vaso, formando uma gaiola de aproximadamente 20 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Foram liberados 10 adultos/gaiola 24 horas após a aplicação dos tratamentos e, decorridos 10 dias da infestação, avaliaram-se o número de folíolos da batateira/vaso e a porcentagem de folíolos com injúrias.

No teste com chance de escolha, 24 horas após a aplicação dos tratamentos, foram liberados 240 adultos de *D. speciosa* no interior da sala climatizada. Decorridos 10 dias das infestações, foram avaliados o número de folíolos da batateira/vaso e a porcentagem de folíolos com injúrias.

4.2 Ação inseticida da terra diatomácea sobre *D. speciosa*

As gaiolas, para este ensaio, foram confeccionadas com seção de tubo de PVC, com 10 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro, sobre placa de Petri de 13,5 cm de diâmetro, revestida com um círculo de papel de filtro. No interior das gaiolas foram colocados cinco folíolos da batateira, retirados dos vasos referentes a cada tratamento, em um tubo de 2 cm de diâmetro e 5 cm de altura, contendo água para manter a umidade. A parte superior da gaiola foi fechada com tecido de organza fixado com um elástico. Foram liberados cinco adultos/gaiola, sendo os folíolos substituídos após 24 horas.

Avaliaram-se o número de injúrias nos folíolos e a porcentagem de mortalidade acumulada após 24, 48 e 72 horas.

4.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), sendo os dados de mortalidade transformados em arco-seno $\sqrt{X/100}$ antes da análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeito da terra diatomácea aplicada em plantas de batata inglesa sobre *D. speciosa*

Verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de folíolos/vaso no ensaio sem chance de escolha. Contudo, os tratamentos diferiram significativamente para porcentagem de injúrias foliares, sendo observado mais que o dobro nas plantas não tratadas (testemunha) e nas polvilhadas com terra diatomácea, quando comparadas com as plantas pulverizadas (Tabela 1).

Possivelmente, a aplicação da terra diatomácea por meio de um pulverizador permitiu uma cobertura mais homogênea das plantas em relação ao seu polvilhamento com peneira plástica, o que pode ter reduzido a alimentação do inseto.

TABELA 1 Número de folíolos/vaso e porcentagem de folíolos injuriados (média±EP) por *D. speciosa*, em plantas de batata inglesa submetidas a diferentes tratamentos em teste sem chance de escolha (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas)

Tratamento	Número de folíolos/vaso*	Folíolos injuriados (%)
Testemunha	152,2±22,13	47,5±6,08 a
TD polvilhada	127,9±20,71	36,9±9,54 a
TD pulverizada	169,1±6,08	17,9±2,37 b

* Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

De maneira semelhante, no teste de livre escolha, observou-se que, para os diferentes tratamentos, também não foram constatadas diferenças significativas em relação ao número de folíolos/vaso, isto é, as batateiras apresentaram o mesmo desenvolvimento vegetativo. Entretanto, a utilização da

terra diatomácea, seja na forma polvilhada (24,6±4,16) ou pulverizada (25,7±6,18), diferiu significativamente das plantas não tratadas, conferindo mais que o dobro de proteção, quando comparadas com a testemunha (56,4±4,30) (Tabela 2).

TABELA 2 Número de folíolos/vaso e porcentagem de folíolos injuriados (média±EP) por *D. speciosa*, em plantas de batata inglesa submetidas a diferentes tratamentos em teste com chance de escolha (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas)

Tratamento	Número de folíolos/vaso*	Folíolos injuriados (%)
Testemunha	148,7±3,37	56,4±4,30 a
TD polvilhada	140,7±8,70	24,6±4,16 b
TD pulverizada	128,4±8,13	25,7±6,18 b

* Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O número de folíolos/vaso manteve-se inalterado nos dois ensaios e, provavelmente, a terra diatomácea não atua como promotora do desenvolvimento vegetativo e ou o período de exposição das plantas ao produto foi curto. Este resultado corrobora o de Gonçalves (2007) que não observou efeito positivo da terra diatomácea sobre a produtividade e o peso de bulbos de cebola orgânica. Já a aplicação de outros produtos à base de silício, como o ácido silícico (H_4SiO_4), ocasionou um aumento no número de folhas de batata inglesa, além de uma menor colonização destas pelo pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) (Gomes et al., 2008).

Com relação às injúrias, em ambos os testes, a utilização de terra diatomácea reduziu as perfurações nos folíolos de batateira. Apesar de, em outras condições experimentais, Bavaresco (2007) não ter observado injúrias causadas por *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado, possivelmente devido ao contato extremo dos carunchos com

a terra diatomácea na massa de grãos. Portanto, os efeitos dessa substância sobre os insetos são mais contundentes que os observados nesta pesquisa.

5.2 Ação inseticida da terra diatomácea sobre *D. speciosa*

Pode-se observar que houve diferença significativa dos tratamentos em relação ao número de injúrias foliares às 24, 48 e 72 horas e também para a porcentagem de mortalidade acumulada às 48 horas, comprovando alguma ação inseticida da terra diatomácea (Tabela 3).

A utilização da TD, seja na forma polvilhada ou pulverizada, contribuiu para reduzir a alimentação do crisomelídeo durante as primeiras 48 horas. Contudo, após 72 horas, o número de injúrias foliares foi reduzido em, no mínimo, três vezes com o uso da TD polvilhada ($0,9 \pm 0,32$), quando comparado aos demais tratamentos. Possivelmente, a pulverização da TD promoveu maior degradação do produto, enquanto o seu polvilhamento manteve a sua atividade por mais tempo. Com relação à porcentagem de mortalidade acumulada, somente foi observado efeito significativo dos tratamentos após 48 horas da aplicação.

Vários trabalhos comprovaram o efeito inseticida da TD (Pinto Júnior et al., 2005; Bavaresco, 2007; Ceruti et al., 2008) quando a aplicação foi por meio de polvilhamento do produto diretamente na massa de grãos armazenados, o que dificulta as possíveis comparações com os resultados desta pesquisa.

De maneira geral, os resultados obtidos demonstraram que a terra diatomácea pode constituir uma alternativa viável no manejo de *D. speciosa* em batateira, podendo acarretar redução de alimentação até causar mortalidade. Contudo, embora a mortalidade de pragas de grãos armazenados submetidas à TD seja atribuída à dessecação da cutícula do inseto, esse mecanismo não está bem elucidado neste estudo.

TABELA 3 Número de injúrias foliares e porcentagem de mortalidade acumulada (média±EP) de *D. speciosa* em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos (temperatura: 30°C durante o dia e 25°C à noite, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas)

Tratamento	NIF 24h	NIF 48h	NIF 72h	PMA 24h*	PMA 48h	PMA 72h*
Testemunha	6,2±1,17 a	4,4±0,75 a	4,1±1,01 a	2,5±2,49	10,0±5,34 b	22,5±9,58
TDPolvilhada	1,1±0,31 b	1,2±0,22 b	0,9±0,32 b	12,5±7,49	35,0±6,27 a	42,5±7,01
TDPulverizada	2,1±0,30 b	2,7±0,62 b	2,8±0,40 a	10,0±6,54	22,5±7,00 a	30,0±6,54

NIF- Número de injúrias foliares (5 folíolos de batata/gaiola); PMA- Porcentagem de mortalidade acumulada

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

*Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

4 CONCLUSÕES

- A aplicação de terra diatomácea em folhas de batateira afeta o comportamento de *D. speciosa*, reduzindo a alimentação do inseto-praga.
- A terra diatomácea apresenta ação inseticida sobre adultos de *D. speciosa*.

7 Referências bibliográficas

- ALLEONI, B.; SOUZA NETO, A.M.; WIECHETECK, E.H. Eficiência das formulações 50 CS e 250 CS do inseticida Karate no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera - Chrysomelidae) na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.2, p.129-132, ago./dez. 2001.
- ALVES, F.A.; OLIVEIRA, D.G.P.; NEVES, P.M.O.J. Fatores que afetam a eficiência da terra diatomácea no controle de adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.6, p.716-722, nov./dez. 2008.
- BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. **Storedgrain ecosystems**. New York: M.Dekker, 1995. p.353-409.
- BAVARESCO, A. Avaliação de tratamentos alternativos para o controle do *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.2, p.125-133, 2007.
- CERUTI, F.C.; LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A.; PINTO JUNIOR, A.R. Eficácia de terra diatomácea e temperatura para o controle do gorgulho-do-milho em milho armazenado. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.9, n.1, p.73-78, jan./mar. 2008.
- COSTA, R.R.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) por silício e acibenzolar-S-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.393-397, mar./abr. 2007.
- GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. Não paginado. Folheto.
- GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ASSIS, G.A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1209-1213, ago. 2008.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.18-23, jan./fev. 2009.

GONÇALVES, P.A.S. Manejo de *Thrips tabaci* em cebola orgânica com terra de diatomáceas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.2, n.3, p.69-74, 2007.

GRUTZMACHER, A.D.; LINK, D. Levantamento da entomofauna associada a cultivares de batata em duas épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.653-659, mar. 2000.

LARA, F.M.; POLETTI, M.; BARBOSA, J.C. Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.927-931, nov./dez. 2000.

LARA, F.M.; SCARANELLO, A.L.; BALDIN, E.L.L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.761-765, out./dez. 2004.

MARQUES, G.B.C.; ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.1983-1986, nov. 1999.

MEISINER, A.C. **Diatomite, mineral commodity summaries**. New York: USGS, 1981. 47p.

MIKAMI, A.Y.; VENTURA, M.U. Isca amilácea de cucurbitacina (*Lagenaria vulgaris* L.) promove maior eficiência do inseticida carbaril no controle de *Diabrotica speciosa*, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2119-2123, nov. 2008.

MOHAN, S.; FIELDS, P.G. A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.38, n.1, p.23-31, Jan. 2002.

MORAES, J.C.; FERREIRA, R.S.; COSTA, R.R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.5, p.1260-1264, set./out. 2009.

OLIVEIRA, D.G.P.; ALVES, L.F.A.; MARCHESE, L.P.C.; THOMAZONI, D. Persistência da ação inseticida e repelência da terra de diatomácea para o cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.201-210, jan./mar. 2009.

PALYVOS, N.E.; ATHANASSIOU, C.G.; KAVALLIERATOS, N.G. Acaricidal effect of a diatomaceous earth formulation against *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata: Acaridae) and its predator *Cheyletus malaccensis* (Prostigmata: Cheyletidae) in four grain commodities. **Journal of Economic Entomology**, Berlin, v.99, n.1, p.229-236, Jan. 2006.

PINTO JÚNIOR, A.R. Eficiência de terra diatomácea no controle de algumas pragas de milho armazenado a granel. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.15, n.1, p.61-70, 2008.

PINTO JÚNIOR, A.R.; LAZARRI, F.A.; LAZARRI, S.M.N. Controle de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) com diferentes doses de terra diatomácea (dióxido de sílica). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.3, n.1, p.75-79, jan./mar. 2005.

SALLES, L.A. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.205-209, mar./abr. 2000.

SALLES, L.A.B.; GRUTZMACHER, A.D. Eficiência do inseticida clorpirifós no controle de larvas de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batata. **Ciência rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.195-199, mar./abr. 1999.

**CAPÍTULO 3: Indutores de resistência a coleópteros desfolhadores em
batata inglesa e seus efeitos na ocorrência de predadores e no
desenvolvimento da cultura**

1 RESUMO

O cultivo de batata inglesa nos trópicos é o que mais sofre com a ação de insetos-praga, tornando o uso de inseticidas indispensável para a obtenção de uma boa produtividade. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a resistência desencadeada pela aplicação de ácido silícico, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea em batata inglesa sobre coleópteros desfolhadores, a influência sobre a ocorrência de predadores e os possíveis reflexos no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da cultura. O experimento foi conduzido, na época da seca, com a cv. Emeraude, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições, sendo: 1 - testemunha; 2 - ácido silícico a 1%; 3 - acibenzolar-s-metil a 0,02% e 4 - terra diatomácea a 1,15%. Os tratamentos 2, 3 e 4 foram aplicados nas plantas via foliar a cada 10 dias, totalizando 5 pulverizações. Foram avaliados o número de coleópteros desfolhadores e predadores presentes na parte aérea e no solo, o número de folíolos com orifícios e número de orifícios por planta, o número de orifícios nos tubérculos, a porcentagem de tubérculos por categoria de dano e altura, diâmetro e produtividade. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à presença de coleópteros desfolhadores e predadores na parte aérea e no solo. Contudo, plantas tratadas com silício ou terra diatomácea foram menos preferidas para alimentação pelos desfolhadores. Também as plantas tratadas com acibenzolar-s-metil ou terra diatomácea produziram tubérculos com menor número de injúrias. Além disso, as pulverizações com silício, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea proporcionaram aumento significativo na altura e no diâmetro das plantas, porém, sem afetar a produtividade. Assim, a adoção de tais produtos pode contribuir para o manejo de insetos-praga em batateira, aumentando a proteção das plantas ao ataque dos coleópteros desfolhadores ou ter ação inseticida.

Palavras-chave: Chrysomelidae, Coccinellidae, antixenose, silício, MIP.

2 ABSTRACT

The cultivation of the English potato in the tropics is that which suffers most with the insect pest action, making the use of insecticides indispensable for obtaining good productivity. The objective in this work was to evaluate the resistance triggered by silicic acid, acibenzolar-s-methyl and diatomaceous earth application in English potato on defoliator coleopterons, the influence on the occurrence of predators and the possible effects on the vegetative development and productivity of the culture. The experiment was conducted in the dry season with the cv. Emeraude, using the casualized block design with four treatments and six repetitions, being: 1 - control; 2 - foliar spraying of 1% silicic acid; 3 - foliar spraying of 0.02% acibenzolar-s-methyl (ASM) and 4 - foliar spraying of 1.15% diatomaceous earth (DE). The treatments 2, 3 and 4 were applied in the plants through via foliar every 10 days, totaling 5 sprayings. The number of coleopterons defoliator and predators present in the aerial part and in the soil; leaflets with holes number and number of holes per plant; number of holes in the tubers, percentage of tubers by damage category; height, diameter and productivity were appraised. There was no significant difference among the treatments in relation to the presence of defoliator and predator coleopterons in the aerial part and in the soil. However, plants treated with silicon or diatomaceous earth were less favored for feeding by the defoliators. Also the plants treated with acibenzolar-s-methyl or diatomaceous earth produced tubers with a lower number of injuries. The spraying with silicic acid, ASM and/or DE also provided significant increase in the height and diameter of the plants, without, however, affecting the productivity. Therefore, the adoption of such products can contribute to the insect pest management in the potato, increasing the protection of the plants from the attack of the defoliator coleopterons or having insecticidal activity.

Keywords: Chrysomelidae, Coccinellidae, antixenosis, silicon, IPM.

3 INTRODUÇÃO

A produção de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) ocupa o quarto lugar em importância para a alimentação humana, ficando atrás apenas do arroz, do milho e do trigo. Os maiores produtores mundiais de batata são China, Rússia, Índia, Ucrânia e Estados Unidos. No Brasil, a safra de 2008 foi de 3,6 milhões de toneladas, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor, com área colhida de 40,3 mil hectares e produção de 1,2 milhões de toneladas (Agrianual, 2009).

Contudo, o cultivo dessa solanácea nos trópicos é um dos que mais sofrem com a ação de insetos-praga, como pulgões (Lara et al., 2004a) e vaquinhas (Lara et al., 2004b). Dentre estas, destaca-se *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), por ser uma praga polífaga, alimentando-se de várias espécies vegetais (Lara et al., 1999; Paron & Lara, 2001; Ávila & Parra, 2003). Os danos e as injúrias provocados por esse coleóptero variam em função da fase do inseto, uma vez que as larvas, de hábito subterrâneo, podem danificar as raízes das plantas (Marques et al., 1999) ou provocar orifícios nos tubérculos de batata (Lara et al., 2004b). Já na fase adulta, consomem a área foliar de culturas como feijão (Ávila & Parra, 2002), batata (Lara et al., 2004b) e milho (Marques et al., 1999). Outros coleópteros desfolhadores podem ser encontrados associados a plantios de batata, como a pulga-do-fumo (*Epitrix* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Grutmacher & Link, 2000).

Com isso, inseticidas do grupo dos carbamatos (Mikami & Ventura, 2008), fosforados (Salles & Grutmacher, 1999), neonicotinoides (Gomes et al., 2008) e piretroides (Alleoni et al., 2001) são empregados para o controle da vaquinha *D. speciosa* e do pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae). Entretanto, o controle químico pode elevar o custo de produção da

cultura em mais de 10% (Agrianual, 2009), além de comprometer o meio ambiente e os organismos não-alvo.

Em razão disso, a adoção de métodos não poluentes, como o controle biológico, se faz necessário, uma vez que a conservação de insetos benéficos na área de plantio é importante para promover a regulação da população dos insetos-praga (Hagen, 1962). Dentre os predadores, citam-se percevejos pertencentes à espécie *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stal, 1860) (Hemiptera: Reduviidae) (Jahnke et al., 2002; Azevedo & Nascimento, 2009), responsáveis pela predação de *D. speciosa* e *Epitrix* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Já os coccinelídeos, em razão de sua grande capacidade de busca, são eficientes predadores, principalmente de afídeos (Hodek, 1973).

Trabalhos realizados comprovam a eficiência do silício para o manejo integrado de insetos sugadores (Camargo et al., 2008; Gomes et al., 2008; Costa et al., 2009) e mastigadores (Goussain et al., 2002; Keeping & Meyer, 2006; Massey & Hartley, 2009). Já o acibenzolar-s-metil (ASM) induziu resistência a insetos sugadores, com aumentos significativos das enzimas responsáveis pela síntese de compostos secundários de defesa das plantas (Inbar et al., 2001; Costa & Moraes, 2006; Moraes et al., 2009).

Uma alternativa para o controle de insetos-praga é a utilização da terra diatomácea, um sedimento composto principalmente por dióxido de sílica amorfa e que se origina de organismos unicelulares vegetais, como algas microscópicas aquáticas (Korunic, 1998). O modo de ação da terra diatomácea é a desidratação, pois suas partículas se aderem ao tegumento do inseto, provocando a remoção da cera epicuticular (Quarles, 1992; Korunic, 1998). Embora não sejam encontrados relatos de pesquisas com terra diatomácea sobre coleópteros desfolhadores a campo, a utilização desse material tem sido sucesso no controle das principais pragas de grãos armazenados (Marsaro Júnior et al., 2008; Pinto Júnior et al., 2008).

Com isso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a resistência desencadeada pela aplicação de ácido silícico, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea em batata inglesa a coleópteros desfolhadores; a influência sobre a ocorrência de predadores e os possíveis reflexos no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na época da seca, sem irrigação, em área experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras, MG (latitude 21°45'S; longitude 45°00'W e altitude 918 m), no período de fevereiro a junho de 2009.

O preparo do solo foi realizado por meio de duas gradagens e o plantio conduzido em sulcos espaçados de 0,8 m e 0,25 m entre plantas, sendo cada parcela composta de 4 linhas de 4 m de comprimento, considerando-se apenas as 2 linhas centrais como úteis e deixando-se 0,5 m de cada lado como bordadura, perfazendo uma área útil total de 115,2 m². No plantio, foi realizada uma adubação com o composto orgânico Geneplus[®] (1% de N total, 15% de carbono e pH 6,0), na dosagem de 15 t/ha (modificado de Gomes et al., 2009), incorporado nos sulcos e, em seguida, foram distribuídos os tubérculos da batata-semente da cv. Emeraude. A primeira capina foi feita juntamente com a amontoa, 30 dias após o plantio.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições, perfazendo um total de 24 parcelas experimentais, sendo: T1 - testemunha; T2 - ácido silícico a 1%; T3 - acibenzolar-s-metil (Bion 500 WG[®]) a 0,02% e T4 - terra diatomácea (Insecto[®]) a 1,15%. Os tratamentos 2, 3 e 4 foram aplicados via foliar a cada 10 dias na forma de uma solução aquosa (total de cinco pulverizações), utilizando-se um pulverizador manual de 1,5L, com pressão acumulada, bico jato cônico.

A infestação dos insetos ocorreu de forma natural. O monitoramento dos coleópteros desfolhadores e predadores foi realizado a cada dez dias na área útil, um dia antes da aplicação dos tratamentos. A contagem dos coleópteros foi efetuada com a batida de folhas apicais da planta em bandeja plástica branca (35x29x5 cm) (Miranda et al., 1998), em cinco plantas ao acaso por parcela.

Além disso, na extremidade superior e inferior das linhas úteis de cada parcela foi colocada uma armadilha de solo (*pitfall*), constituída de um pote plástico de 9 cm de altura e 14 cm de largura, enterrada, coincidindo a borda com a superfície do solo. No interior de cada armadilha foi colocada uma solução composta de 300 ml de água, 90g de sal de cozinha (NaCl) devidamente diluído e algumas gotas de detergente doméstico. Uma vez instaladas, as armadilhas tiveram a sua solução trocada a cada 10 dias e os insetos capturados foram identificados em laboratório. No total, foram realizadas cinco avaliações com a bandeja plástica e com o *pitfall*.

A determinação da altura e do diâmetro das plantas foi efetuada aos sessenta dias após o plantio, com auxílio de uma trena e um paquímetro. Para avaliar as injúrias foliares causadas por *D. speciosa*, foram realizadas amostragens a cada dez dias, contando-se o número de folíolos com orifícios e o número de orifícios presentes na terceira e na quarta folha a partir do ápice. As avaliações foram realizadas em cinco plantas, ao acaso, por parcela na área útil.

Após a colheita, os tubérculos foram pesados, determinando-se a produtividade em kg/parcela. Os danos ocasionados pelas larvas foram avaliados pela contagem de orifícios em 20 tubérculos escolhidos, dentre os de tamanho médio previamente selecionados em cada parcela. Posteriormente, utilizaram-se as seguintes categorias de dano para classificar os tubérculos: 1 = 0 a 20 orifícios; 2 = 21 a 40 orifícios e 3 = mais de 40 orifícios, adaptado de Salles & Grutzmacher (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), sendo os dados de contagem transformados em $\sqrt{X+0,5}$ e os de porcentagem em arco-seno $\sqrt{X/100}$ antes da análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao número de coleópteros desfolhadores e predadores presentes na parte aérea e no solo da cultura de batata inglesa (Tabela 4). Na parte aérea das plantas foram coletados insetos desfolhadores pertencentes às famílias Chrysomelidae (*Diabrotica speciosa*, *D. bivitula*, *Epitrix* spp., *Maecolaspis* spp.), Melyridae [*Astylus variegatus* (Germar, 1824)], Meloidae [*Epicauta atomaria* (Germar, 1821)] e, no solo, além das espécies descritas acima, 77 besouros da família Scarabaeidae.

Dentre os predadores, tanto na parte aérea quanto no solo, foram encontrados os insetos das famílias Carabidae (*Lebia* sp.) e Coccinellidae [*Stethorus* sp. e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763)] (Tabela 5). Estes resultados são similares aos de Grutzmacher & Link (2000) que, em levantamento da entomofauna associada ao plantio de batata, observaram *D. speciosa* como sendo a espécie fitófaga frequentemente presente na época da seca.

TABELA 4 Número de coleópteros desfolhadores e predadores (média±EP) coletados na parte aérea (5 plantas/parcela) e no solo (2 armadilhas/parcela), em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.

TRATAMENTO	Parte Aérea		Solo	
	Desfolhador*	Predador*	Desfolhador*	Predador*
Testemunha	24,2±4,31	1,3±0,49	8,8±2,01	1,3±0,80
Ácido silícico	17,8±5,59	0,8±0,48	6,2±1,92	1,2±0,31
Acibenzolar-s-metil	28,2±9,14	1,3±0,49	8,2±2,18	0,7±0,42
Terra diatomácea	15,0±1,71	2,0±0,63	6,5±0,76	0,3±0,21

* média não significativa, pelo teste F ($p>0,05$).

TABELA 5 Relação das espécies de coleópteros desfolhadores e predadores coletadas em batata inglesa. Lavras, MG, 2009.

Espécie/família	Número total	
	Parte aérea	Solo
Desfolhador		
<i>Diabrotica speciosa</i> (Chrysomelidae)	254	29
<i>Diabrotica bivitula</i> (Chrysomelidae)	10	2
<i>Epitrix</i> spp. (Chrysomelidae)	79	39
<i>Maecolaspis</i> spp. (Chrysomelidae)	30	2
<i>Astylus variegatus</i> (Melyridae)	4	11
<i>Epicauta atomaria</i> (Meloidae)	138	4
Predador	Parte aérea	Solo
<i>Lebia</i> sp. (Carabidae)	1	4
<i>Stethorus</i> sp. (Coccinellidae)	34	10
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Coccinellidae)	1	3

Entretanto, as aplicações foliares de silício, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea não afetaram o comportamento dos insetos-praga, uma vez que não houve alteração na seleção hospedeira, com possíveis efeitos de repelência da área de plantio. Apesar de se tratar de outra cultura e com outro inseto-praga, estes resultados são condizentes com os de Gonçalves (2007), segundo os quais a aplicação de terra diatomácea em cebola orgânica não afetou significativamente a população de *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888) (Thysanoptera: Thripidae).

Com relação à preferência alimentar, as plantas da testemunha e as tratadas com acibenzolar-s-metil foram as preferidas pelos desfolhadores na fase adulta, apresentando, respectivamente, maior número de folíolos com orifícios ($5,8 \pm 0,31$ e $5,4 \pm 0,42$) e maior número de orifícios ($18,4 \pm 1,85$ e $15,7 \pm 1,89$). As pulverizações com silício ou terra diatomácea conferiram proteção às plantas contra os insetos mastigadores, principalmente *Diabrotica* spp. e *Epitrix* spp., reduzindo significativamente as injúrias foliares (Tabela 6), assemelhando-se aos resultados obtidos por Gomes et al. (2009), que verificaram o dobro de lesões foliares provocadas por *D. speciosa* na testemunha, quando comparada a plantas de batata inglesa tratadas com silício.

TABELA 6 Número de folíolos com orifícios e número de orifícios/planta (média±EP) em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.

TRATAMENTOS	NÚMERO DE FOLÍOLOS COM ORIFÍCIOS*	NÚMERO DE ORIFÍCIOS*
Testemunha	5,8±0,31 a	18,4±1,85 a
Ácido silícico	4,2±0,35 b	10,1±1,10 b
Acibenzolar-s-metil	5,4±0,42 a	15,7±1,89 a
Terra diatomácea	4,9±0,28 b	13,0±1,25 b

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Por outro lado, a aplicação de silício, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea propiciaram, de maneira geral, proteção aos tubérculos que foram menos danificados pelas larvas. Observaram-se diferenças significativas em relação às categorias de dano 1 e 3, tendo alta porcentagem dos tubérculos provenientes de plantas tratadas com acibenzolar-s-metil (33,3±9,54%) e terra diatomácea (47,5±10,06%) apresentado danos compreendidos entre zero a vinte orifícios, enquanto apenas uma baixa porcentagem dos tubérculos (27,5±7,83% e 17,5±7,93%, respectivamente) apresentou danos superiores a 40 orifícios. Demonstrou-se, assim, uma redução do ataque dos insetos-praga nos tubérculos, provavelmente em razão da redução da alimentação foliar (Tabela 7) para plantas tratadas com silício ou terra diatomácea. Já o ASM possivelmente afetou a oviposição do inseto-praga, uma vez que, para uma mesma população em relação à testemunha, verificou-se redução significativa das injúrias nos tubérculos.

Possivelmente, as pulverizações com acibenzolar-s-metil aumentaram a resistência das plantas, conferindo maior proteção aos tubérculos. De modo semelhante ao deste estudo, a proteção conferida pelo uso do ASM também foi observada em pepino, no qual a aplicação de silicato de cálcio e ASM proporcionou efeito negativo na população de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)

(Hemiptera: Aleyrodidae) (Correa et al., 2005). Por outro lado, apesar de se tratar de outra espécie de coleóptero e em outro ambiente, os resultados da aplicação de terra diatomácea são condizentes com os de Bavaresco (2007), que observou que não houve injúrias causadas por *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenados, tratados com este produto.

TABELA 7 Número de orifícios e porcentagem de tubérculos por categoria de dano (média±EP) em batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.

TRATAMENTOS	NÚMERO DE ORIFÍCIOS*	CATEGORIAS DE DANO ¹		
		1*	2**	3*
Testemunha	57,1±3,07 a	4,2±3,27 b	20,0±3,65	75,8±6,38 a
Ácido silícico	45,7±3,70 b	11,7±3,07 b	35,0±7,85	53,3±9,89 a
Acibenzolar-s-metil	32,4±4,90 c	33,3±9,54 a	39,2±6,51	27,5±7,83 b
Terra diatomácea	25,4±3,74 c	47,5±10,06 a	35,0±5,32	17,5±7,93 b

¹ 1= 0 a 20 orifícios; 2 = 21 a 40 orifícios; 3 = com mais de 40 orifícios

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

** Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

Em relação ao desenvolvimento vegetativo, houve acréscimo na altura e no diâmetro das plantas em todos os tratamentos em relação à testemunha, porém, o mesmo não foi observado para a produtividade de tubérculos (Tabela 8), a qual foi muito afetada devido à ocorrência de um período prolongado de estiagem durante a fase de tuberização, pois a cultura não foi irrigada. Embora as solanáceas sejam consideradas plantas não acumuladoras de silício, esse elemento, possivelmente, promoveu o fortalecimento da estrutura da planta, em função do estresse hídrico, porém, sem afetar a tuberização, o que deve ser melhor investigado.

TABELA 8 Altura (cm), diâmetro (mm) e produtividade de tubérculos (kg/parcela) (média±EP) de batata inglesa submetida a diferentes tratamentos. Lavras, MG, 2009.

TRATAMENTOS	ALTURA (cm)*	DIÂMETRO (mm)*	PRODUTIVIDADE (kg/parcela)**
Testemunha	25,4±2,61 b	3,9±0,35 b	4,1±0,47
Ácido silícico	34,3±2,74 a	4,8±0,26 a	3,3±0,44
Acibenzolar-s-metil	32,1±2,27 a	4,8±0,38 a	3,3±0,50
Terra diatomácea	36,7±2,33 a	5,3±0,30 a	3,9±0,37

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

** Não significativo, pelo teste F ($p > 0,05$).

Os resultados encontrados em relação à altura e diâmetro diferem dos encontrados por Gomes et al. (2009) que, cultivando batata na época das águas, não verificaram efeitos da aplicação de silício nas plantas, possivelmente devido ao fato de esse elemento ser considerado mais eficiente em condições de estresse da cultura (Korndörfer et al., 2004). Porém, os efeitos positivos do silício corroboram com as observações de Neri et al. (2009) que verificaram aumento do diâmetro de plantas de milho tratadas com este elemento, apesar dessa gramínea ser uma planta acumuladora de silício.

Os resultados desta pesquisa demonstraram que o silício, o acibenzolar-s-metil e a terra diatomácea podem constituir tática viável no manejo de insetos-praga em batateira, aumentando a proteção das plantas ao ataque de coleópteros desfolhadores ou ter ação inseticida.

7 CONCLUSÕES

- A aplicação de ácido silícico ou terra diatomácea contribui para aumentar a proteção das plantas de batata inglesa para a alimentação de coleópteros desfolhadores. Além disso, as pulverizações com ácido silícico, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea reduzem as injúrias nos tubérculos.
- A aplicação de ácido silícico, acibenzolar-s-metil e terra diatomácea não causam nenhuma influência sobre a densidade populacional dos coleópteros predadores.
- O silício, o acibenzolar-s-metil e a terra diatomácea não incrementam a produtividade, mas favorecem o desenvolvimento vegetativo das plantas de batata inglesa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2009. 497p.

ALLEONI, B.; SOUZA NETO, A.M.; WIECHETECK, E.H. Eficiência das formulações 50 CS e 250 CS do inseticida Karate no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera – Chrysomelidae) na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.2, p.129-131, ago./dez. 2001.

ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento da *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.739-743, set./out. 2002.

ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Leaf consumption by *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on different host plants. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.789-792, out./dez. 2003.

AZEVEDO, R.L.; NASCIMENTO, A.S. Observações sobre o comportamento predatório de *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stal, 1860) (Hemiptera: Reduviidae) em plantas de feijão Guandu. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v.2, n.1, p.25-26, 2009.

BAVARESCO, A. Avaliação de tratamentos alternativos para o controle do *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.2, p.125-133, 2007.

CAMARGO, J.M.M.; MORAES, J.C.; OLIVEIRA, E.B.; PENTEADO, S.R.C.; CARVALHO, R.C.Z. Efeito da aplicação do silício em plantas de *Pinus taeda* L., sobre a biologia e a morfologia de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1767-1774, nov./dez. 2008.

CORREA, R.S.B.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M.; CARVALHO, G.A. Silicon and acibenzolar-s-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.3, p.429-433, maio/jun. 2005.

COSTA, R.R.; MORAES, J.C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.5, n.6, p.834-839, nov./dez. 2006.

COSTA, R.R.; MORAES, J.C.; COSTA, R.R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.455-460, mar./abr. 2009.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ASSIS, G.A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1209-1213, ago. 2008.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.18-23, jan./fev. 2009.

GONÇALVES, P.A.S. Manejo de *Thrips tabaci* em cebola orgânica com terra de diatomáceas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.2, n.3, p.69-74, 2007.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito do 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.

GRUTZMACHER, A.D.; LINK, D. Levantamento da entomofauna associada a cultivares de batata em duas épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.653-659, mar. 2000.

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.7, n.35, p.289-326, 1962.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260p.

INBAR, M.H.; DOOSTDAR, D.G.; MAYER, R.T. Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.99, n.1, p.65-70, Apr. 2001.

JAHNKE, S.M.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G. Population dynamics of *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera, Reduviidae) in tobacco culture. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.62, n.4B, p.819-826, 2002.

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**, Berlin, v.130, n.8, p.410-420, Aug. 2006.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3.ed. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. 23p. (Boletim Técnico, 1).

KORUNIC, Z. Diatomaceous earth, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Product Research**, Oxford, v.34, n.2/3, p.87-97, Apr. 1998.

LARA, F.M.; CORBO, A.; FIGUEIRA, L.K.; STEIN, C.P. Resistência de genótipos de batata ao pulgão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.775-779, out./dez. 2004a.

LARA, F.M.; ELIAS, J.M.; BALDIN, E.L.L.; BARBOSA, J.C. Preferência alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germ.) e *Cerotoma* sp. por genótipos de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.947-951, out./dez. 1999.

LARA, F.M.; SCARANELLO, A.L.; BALDIN, E.L.L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.761-765, out./dez. 2004b.

MARQUES, G.B.C.; ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.1983-1986, nov. 1999.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; MELO, A.E.B.; BARRETO, H.C.S.; PAIVA, W.R.S.C. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Plodia interpunctella* em milho armazenado. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.6, n.1, p.39-44, jan./mar. 2008.

MASSEY, F.P.; HARTLEY, S.E. Physical defences wear you down: progressive and irreversible impacts of sílica on insect herbivores. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.78, n.1, p.281-291, Jan. 2009.

MIKAMI, A.Y.; VENTURA, M.U. Isca amilácea de cucurbitacina (*Lagenaria vulgaris* L.) promove maior eficiência do inseticida carbaril no controle de *Diabrotica speciosa*, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2119-2123, nov. 2008.

MIRANDA, M.M.M.; PIKANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, G.L.D.; CLERCQ, P. Sampling and non-action levels for predators and parasitoids of virus vectors and leaf miners of tomato plants in Brazil. **Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent**, Genus, v.63, n.2B, p.519-523, 1998.

MORAES, J.C.; FERREIRA, R.S.; COSTA, R.R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.5, p.1260-1264, set./out. 2009.

NERI, D.K.P.; GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; GÓES, G.B.; MARROCOS, S.T.P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1633-1638, set./jun. 2009.

PARON, M.J.F.; LARA, F.M. Preferência alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* (Ger.) (Coleoptera: Chrysomelidae) por genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p.669-674, dez. 2001.

PINTO JÚNIOR, A.R.; LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N.; CERUTI, F.C. Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2103-2108, nov. 2008.

QUARLES, W. Diatomaceous earth for pest control: the IPM practitioner. **Monitoring the Field of Pest Management**, London, v.14, n.5/6, p.1-11, May/June 1992.

SALLES, L.A.B.; GRUTZMACHER, A.D. Eficiência do inseticida clorpirifós no controle de larvas de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batata. **Ciência rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.195-199, mar./abr. 1999.