

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A INSETOS-
PRAGA PELA APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM
PLANTAS DE BATATA INGLESA EM CULTIVO
ORGÂNICO**

VALKÍRIA FABIANA DA SILVA

2009

VALKÍRIA FABIANA DA SILVA

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A INSETOS-PRAGA PELA APLICAÇÃO
DE SILÍCIO EM PLANTAS DE BATATA INGLESA EM CULTIVO
ORGÂNICO**

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

Orientador

Prof. Dr. Jair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

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

Silva, Valkíria Fabiana.

Indução de resistência a insetos-praga pela aplicação de silício em plantas de batata inglesa em cultivo orgânico / Valkíria Fabiana Silva. – Lavras : UFLA, 2009.

45 p. : il.

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

Orientador: Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

1. Resistência. 2. Batata inglesa. 3. Agricultura orgânica. 4. Silício 5. *Diabrotica* spp I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.2197

VALKÍRIA FABIANA DA SILVA

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A INSETOS-PRAGA PELA APLICAÇÃO
DE SILÍCIO EM PLANTAS DE BATATA INGLESA EM CULTIVO
ORGÂNICO**

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 05 de fevereiro de 2009

Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira

UFLA

Dr. Rogério Antônio Silva

EPAMIG

Prof. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus, sempre presente em minha vida.

Aos meus pais, Sebastião e Maria de Fátima, pelo amor incondicional e exemplo de dignidade e honestidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por guiar meus caminhos.

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

Ao Dr. Jair Campos Moraes, pela orientação, oportunidade e confiança.

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

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

Ao professor Luis Cláudio Paterno Silveira e ao pesquisador Rogério Antônio da Silva, pela participação na banca examinadora.

Ao Bruno, pela disponibilidade e ajuda nos experimentos.

Às queridas amigas Rosane, Ronelza e Rejane, pela recepção e acolhida em Lavras e grande ajuda durante o curso.

A todos os amigos do Departamento de Entomologia, pelo companheirismo e a convivência harmoniosa.

Aos demais amigos de pós-graduação, pelos bons momentos juntos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, em especial aos amigos Dona Irene e Julinho, pela grande ajuda e pelo carinho.

Aos meus pais, Sebastião e Maria de Fátima e minhas queridas irmãs, Vanise e Vanessa, pelo apoio e força.

Aos meus queridos sobrinhos, Lucas e Letícia, pelo carinho.

Aos meus familiares que, mesmo de longe, torcem pela minha felicidade.

SUMÁRIO

| | Página |
|---------------------------------|---------------|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 7 |
| ARTIGO 1..... | 10 |
| Abstract..... | 12 |
| Resumo..... | 13 |
| Introdução..... | 14 |
| Material e Métodos..... | 16 |
| Resultados e Discussão..... | 18 |
| Conclusões..... | 23 |
| Agradecimentos..... | 24 |
| Referências Bibliográficas..... | 25 |
| ARTIGO 2..... | 29 |
| Abstract..... | 31 |
| Resumo..... | 32 |
| Introdução..... | 33 |
| Material e Métodos..... | 35 |
| Resultados e Discussão..... | 37 |
| Conclusões..... | 42 |
| Agradecimentos..... | 43 |
| Referências Bibliográficas..... | 44 |

RESUMO GERAL

SILVA, Valkíria Fabiana. **Indução de resistência a insetos-praga pela aplicação de silício em plantas de batata inglesa em cultivo orgânico**. 2009. 46 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG.¹

Um dos fatores limitantes à cultura da batata está relacionado à suscetibilidade a pragas e doenças, o que requer o emprego de produtos fitossanitários ao longo do ciclo da cultura, o que eleva os custos de produção. Neste contexto, a indução de resistência é uma alternativa promissora no controle de insetos-praga. Este trabalho foi conduzido com o objetivo avaliar os efeitos de diferentes fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga e no desenvolvimento e na produtividade da cultura da batata inglesa em cultivo orgânico. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, as plantas foram submetidas a quatro tratamentos: 1) adubação via solo com agrossilício na dosagem correspondente a 8 t/ha; 2) adubação foliar com solução de ácido silícico a 0,8%; 3) adubação foliar com solução de cinza de eucalipto a 5% e 4) testemunha. Verificou-se, neste experimento, que o ácido silícico atuou como indutor da síntese de tanino na planta. Além disso, a aplicação de cinza de eucalipto ou agrossilício atuou como promotor do desenvolvimento vegetativo das plantas da batata. No segundo experimento também foram testados quatro tratamentos: 1) 30 t/ha de composto orgânico; 2) 30 t/ha de composto orgânico mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%; 3) 4 t/ha de adubo fórmula 4-14-8 e 4) 4 t/ha de adubo químico fórmula 4-14-8 mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%. Neste experimento, não foi observada interação entre a aplicação de silício e o tipo de cultivo. Além disso, não houve interferência do silício sobre a presença de *Diabrotica speciosa*, de pulgões e injúrias causadas pelos adultos de *D. speciosa*, bem como no desenvolvimento e na produtividade da cultura. No cultivo orgânico, o desenvolvimento e a produtividade da batateira foram inferiores aos do convencional, porém, as plantas foram menos atacadas por *D. speciosa*.

¹ **Orientador:** Jair Campos Moraes – UFLA.

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Valkíria Fabiana. **Induction of resistance to pest insects by the application of silicon in potato plants cultivated in organic system.** 2009. 46 p. Dissertation (M. Sc in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

One of the limiting factors of potato crop is related to susceptibility to pests and diseases, which is the use of pesticides are used in the course of the cycle, increasing production costs. In this context, the induction of resistance is a promising alternative to control pest insects. This work was carried with the objective to evaluate the impact and influence of different sources of silicon in the induction of resistance of main pest insects and the development and productivity of potato cultivated in organic system. Two experiments were carried out, in the first one four treatments were tested: 1 - fertilization with agrosilicon applied via soil corresponding to 8 t / ha; 2 - fertilization applied via foliar with solution of silicic acid at 0,8%; 3 - fertilization applied via foliar with solution of eucalyptus ash at 5% and 4 - Control. It was verified in this experiment that the silicic acid acted as inductor of the tannin synthesis in the plant. Besides, the application of eucalyptus or agrosilicon acted as promoter of the vegetative development of the potato plants. In the second experiment were also tested four treatments: 1) 30 t/ha of organic compost; 2) 30 t/ha of organic compost and foliar fertilization with silicon acid at 0,5%; 3) 4 t/ha of fertilizer, 4-14-8; 4) 4 t/ha of fertilizer 4-14-8 and foliar fertilization with silicon acid at 0,5%. Through the results it follows that there was no interaction between silicon application and cropping system. Besides, there was not interference of silicon on the presence of adults of *Diabrotica speciosa*, of aphids and injuries caused by adults, as well as in the development of culture and productivity. In the organic system the development and productivity of potato were lower than the conventional, however the plants were less attacked by *D. speciosa*.

¹ **Guidance:** Jair Campos Moraes - UFLA.

INTRODUÇÃO GERAL

A batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), família Solanaceae, é originária das elevadas altitudes da região andina da América do Sul (Fontes, 2005) e é um das quatro mais importantes culturas para a produção de alimentos no mundo, depois do trigo, arroz e milho. A produtividade média de batatas no Brasil, no ano de 2007, foi de aproximadamente 24 t/ha. As regiões Sul e Sudeste responderam por mais de 85% da produção nacional e o estado de Minas Gerais foi o responsável por cerca de 1/3 da produção nacional (Agrianual, 2008).

Segundo o Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2008), Minas Gerais produziu, de janeiro a julho 2007, aproximadamente 1,1 milhão de toneladas de batata, destinada, principalmente, ao consumo tradicional, por meio da cozinha doméstica ou da cozinha industrial. Este volume é quase 14% superior ao do mesmo período de 2006, consolidando a posição do estado como o maior produtor de batatas do país. O rendimento médio da cultura teve uma evolução de quase 2,5%.

Para o ano de 2008, a perspectiva de crescimento era de 21,8% na produtividade nacional. Além disso, a cultura da batata apresenta alto potencial produtivo, alta proporção da biomassa comestível, constitui excelente fonte nutricional (tiamina, riboflavina, niacina), possui grande versatilidade de uso, é aceita pela maioria das pessoas, o cultivo pode ser de zero a 100% mecanizado, o ciclo é relativamente curto, é possível obter a própria semente e a tecnologia e o conhecimento a respeito são bem desenvolvidos (Fontes, 2005).

Porém, a cultura apresenta muitos problemas fitossanitários, dentre os quais, a suscetibilidade a pragas e a doenças, cujos danos podem acarretar perdas econômicas significativas. Assim, é importante a manutenção da sanidade da

lavouira, principalmente no Brasil, um dos poucos países onde se planta batata o ano todo (Furiatti et al., 2008).

No cultivo convencional de batata inglesa, a sanidade é mantida com o uso intensivo de produtos fitossanitários, sendo empregada grande quantidade de inseticidas que representam, aproximadamente, 11% do custo de produção por ano (Agrianual, 2008). Os efeitos desses agentes ao longo do tempo representam um grande risco para a saúde pública e ao meio ambiente, sendo necessários o monitoramento e a vigilância desses produtos em águas, solos, alimentos e ar (Darolt, 2007). Além disso, a utilização indiscriminada de inseticidas no controle de insetos-praga também tem consequências, como a ressurgência e o aparecimento de novas pragas, surtos de pragas secundárias, efeito deletério em insetos polinizadores e inimigos naturais, além da seleção de indivíduos resistentes aos inseticidas (Gallo et al., 2002).

Por outro lado, a agricultura orgânica apresenta-se como um sistema de cultivo que valoriza os processos naturais e biológicos, preservando os recursos naturais e garantindo a produção de alimentos mais saudáveis e nutritivos (Souza & Resende, 2003).

Dentre os insetos-praga, destaca-se *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), vulgarmente conhecida como “vaquinha” ou “patriota”, sendo uma das mais importantes pragas da agricultura brasileira. Este inseto ataca mais de vinte culturas e constitui fator limitante em grande número delas, como feijão, milho, batata e diversas hortaliças. A espécie *D. speciosa* é uma das principais pragas da cultura da batata, sendo seu grau de importância variável de uma região para outra, podendo reduzir a produção em até 33% (Lara et al., 2004). Os adultos alimentam-se, preferencialmente, de folhas, brotos, frutos e pólen de plantas cultivadas e silvestres, enquanto as larvas preferem as raízes. Quando as plantas iniciam a emissão de folhas primárias, os ataques dos adultos são significativos, pelo fato de reduzirem a área

fotossintética numa fase de pequena disponibilidade foliar. As larvas, conhecidas como “larva-alfinete”, atacam as raízes, os estolões e perfuram os tubérculos, o que aumenta ainda mais os prejuízos causados por esse inseto, resultando na depreciação comercial dos mesmos e até refugo no comércio, dependendo do grau de ataque (Machado et al., 2007).

O controle de *D. speciosa* em batata pela aplicação de inseticidas, tem sido constante e com tendência de aumento, tanto em quantidade como em área, especialmente para os produtores que estejam produzindo para atender ao exigente mercado atacadista e industrial. O uso de inseticida de solo para o controle da larva, por exemplo, é feito de maneira generalizada e sistemática, sem considerar possíveis fatores que influenciam a incidência de pragas do solo, como o tipo de solo, a época de plantio e a cultivar (Salles, 2000). Um dos métodos alternativos de controle desses insetos é o uso de plantas resistentes, o que oferece uma série de vantagens, inclusive a de se integrar perfeitamente em programas de manejo de pragas (Lara et al., 2000).

Destacam-se ainda os pulgões que, além de causarem danos diretos com a sucção da seiva, também causam danos indiretos, com a transmissão de vírus. O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) é considerado uma das pragas mais importantes dessa cultura, pois, ao atingirem altas densidades, podem causar estresse hídrico nas plantas, resultando no murchamento, na redução da taxa de crescimento e na redução no tamanho dos tubérculos e da folhagem das plantas (Lara et al., 2004). Diretamente, pode causar prejuízos, reduzindo a área foliar por meio da excreção de uma substância açucarada que, caindo sobre as plantas, especialmente nas folhas, provoca o crescimento de fungos conhecidos como fumagina.

No Brasil, essa espécie tem sido indicada como uma das pragas-chave nos cultivos de batata, sendo, geralmente, controlada com inseticidas. Na cultura da batata, é considerado como o mais importante vetor de *potato leafroll*

virus (PLRV) e do *potato vírus Y* (PVY). Além da transmissão dos vírus, altas populações de *M. persicae* podem ocasionar perdas até de 54% da massa seca de plantas de batata, decorrentes da ação toxicogênica da saliva, a qual ocasiona necroses, principalmente ao longo das nervuras (Chagas Filho et al., 2005).

Uma das estratégias da ação do manejo integrado de pragas (MIP) é a regulação da população de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico. Entre as principais técnicas de controle de pragas adotadas mundialmente, destaca-se a resistência de plantas, seja empregada visando o inseto ou em trabalhos relacionados com a resistência ao fitovírus, inclusive no processo de transmissão (Salas, 2001).

Outro grupo de insetos que vêm causando problemas no cultivo da batata é o da mosca minadora, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), que tem se tornado mais constante, nos últimos anos, em várias regiões do Brasil, quer na cultura da batata como em diversas outras. Acredita-se que isso deva acontecer devido ao ciclo de vida curto, à alta mobilidade, à alta capacidade reprodutiva, ao fato de os ovos e as larvas estarem protegidos no interior das folhas, a não presença de inimigos naturais de alta eficácia nas lavouras e ao uso intensivo de inseticidas. (Salles, 2002).

As larvas, ao se alimentarem do mesófilo foliar, comprometem a capacidade fotossintética (Araújo et al., 2007; Bueno et al., 2007). No entanto, no cultivo da batata, não foi comprovado se as minas feitas pelas larvas diminuem a capacidade fotossintética das folhas de batata, pois há maior necessidade de estudos sobre a capacidade fisiológica de recuperação e a resistência da planta aos danos causados pelas larvas (Bueno et al., 2007). Porém, a resposta da planta a uma diminuição dessa capacidade pode ser causada pela simples desfolha causada pela larva, pois a construção de minas torna as folhas mais ressecadas, levando ao desfolhamento da planta (Azevedo et al., 2005). Além disso, as moscas fêmeas fazem dois tipos de puncturas ou

“picadas” nos folíolos da batata para oviposição e alimentação. As “picadas”, puncturas, verrugas e minas ocasionadas pela mosca minadora reduzem a área foliar, causam a morte de folíolos, das folhas ou da planta inteira ou debilitam as plantas, tornando-as mais susceptíveis às doenças fúngicas (Salles, 2002). As minas e as puncturas de alimentação podem, ainda, abrir portas para a entrada de patógenos foliares (Azevedo et al, 2005).

A indução de resistência de plantas a insetos é uma estratégia em potencial no manejo integrado dessas e de outras pragas que podem provocar mudanças tanto na qualidade como na quantidade de compostos do metabolismo secundário e de proteínas de defesa, acúmulo de espécies reativas de oxigênio, como também modificações na qualidade do alimento e reforço das barreiras estruturais da planta. Esses diferentes tipos de respostas podem ocorrer isoladamente ou em combinações distintas, dependendo do agente indutor e da planta em questão, implicando na redução dos efeitos prejudiciais da aplicação de inseticidas para o controle das pragas (Vendramim & França, 2006). A indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes nas plantas em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos. O silício pode agir como elicitador do processo de resistência induzida (Fawe et al., 2001). Esses agentes elicitores induzem alguma resposta de defesa na planta, como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas (Dixon et al., 1994).

O óxido de silício (SiO_2) é o mineral mais abundante nos solos, constituindo a base da estrutura da maioria dos argilominerais. Entretanto, em razão do avançado grau de intemperização em que se encontram os solos tropicais, o silício é encontrado, basicamente, na forma de quartzo, opala ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) e outras formas não-disponíveis às plantas. O silício está relacionado com reações específicas de defesa das plantas, sem qualquer alteração no seu genoma (Chérif et al., 1992). Fertilizantes à base de silício

estão entre os produtos citados na literatura como indutores de resistência (Datnoff et al., 2001).

O fornecimento de silício tem diminuído a incidência de insetos-praga e doenças. A deposição de sílica na parede das células torna a planta mais resistente à ação de fungos e insetos. Isso ocorre pela associação da sílica com constituintes da parede celular, tornando-a menos acessível às enzimas de degradação (resistência mecânica) dos invasores. O silício também apresenta ação contra algumas doenças fúngicas em plantas não acumuladores de silício. Neste caso, a hipótese é que sua ação não ocorra por meio da formação de barreiras mecânicas, mas sim pela indução da produção de fenóis (fitoalexinas) (Yamada & Abdalla, 2006).

Outro benefício proporcionado à planta é a maior resistência ao acamamento, pela acumulação de silício na epiderme (Korndörfer, 2003). A melhoria da arquitetura da planta pode possibilitar o adensamento, promovendo incrementos na produtividade, como também pode evitar que as hastes toquem o solo e aumentar a aeração na cultura, diminuindo o potencial de ocorrência de doenças e favorecendo a fotossíntese (Crusciol & Soratto, 2007).

Neste contexto, a indução de resistência é uma alternativa promissora no controle de insetos-praga. Este trabalho foi conduzido com o objetivo avaliar os efeitos de diferentes fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga e no desenvolvimento e produtividade da cultura de batata inglesa em cultivo orgânico. Espera-se obter informações que possam subsidiar programas de manejo de insetos-praga em sistemas de cultivo orgânico ou, até mesmo, no convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 516 p.
- ARAÚJO, E. L.; PINHEIRO, S. A. M.; GEREMIAS, L. D.; MACEDO, L. P. M. Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Campo Dig.**, Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 22-26, 2007.
- AZEVEDO, F. B.; GUIMARÃES, J. A.; TERAQ, D.; GONZAGA, L. Distribuição de minas de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) em folhas do meloeiro, em plantio comercial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 322-326, 2005.
- BUENO, A. F.; ZECHMANN, B.; HOBACK, W. H.; BUENO, R. C. O. F.; FERNANDES, O. A. Serpentine leafminer (*Liriomyza trifolii*) on potato (*Solanum tuberosum*): field observations and plant photosynthetic responses to injury. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1510-1517, 2007.
- CHAGAS FILHO, N. R. C.; MICHELOTTO, M. D.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 257-262, 2005.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. **Utilização de silício aumenta a produtividade comercial da batata**. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/silicio/index.htm>. Acesso em: 25 nov. 2008.
- CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, 1992.
- DAROLT, M. R. **As principais correntes do movimento orgânico e suas particularidades**. 2007. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarnut1.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2007.
- DATNOFF, L. E.; SEEBOLD, K. W.; CORREA, V. F. J. The use of silicon for integrated disease management: reducing fungicide applications and enhancing

host plant resistance. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. p. 171-183.

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, 1994.

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

FONTES, P. C. R. Oleicultura teoria e prática: In _____. **Cultura da batata**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 486 p.

FURIATTI, R. S.; JÚNIOR, A. R. P.; PEREIRA, R. V. S. P. Controle de *Myzus persicae* (SULZER 1778) (HOMOPTERA, APHIDIDAE) em batata (*Solanum tuberosum*) (L.). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 83-87, 2008.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola, confronto das safras de 2006 e das estimativas para 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

KORNDÖRFER, G. H. Importância da batata na agricultura. **Batata Show**, ano 3, n. 8, p. 11-12, 2003.

LARA, F. M.; POLETTI, M.; BARBOSA, J. C.; L Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Santa Maria: **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 27-931, 2000.

LARA, F. M.; SCARANELLO, A. L.; BALDIN, E. L. 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, 2004.

MACHADO, R. T.; ROSALINO, P.; RODRIGUES, J.; JUNGES, E.; RIBEIRO, L. P.; MANZONI, C. G. Avaliação da bioatividade de extratos vegetais sobre *Diabrotica speciosa* em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 1461-1464, 2007.

SALAS, F. J. S. Resistência de variedades comerciais de batata ao pulgão *Myzus persicae* e ao vírus Y. **Batata Show**, v. 3, n. 6, p. 6, 2003.

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

SALLES, L. A. Batata minada. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, n. 12, p. 18-19, 2002.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

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, 263 p.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Manejo sustentável na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 116, p. 1-32, 2006.

Artigo 1

Fontes de silício na indução de resistência a insetos-praga e no desenvolvimento de plantas de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.)

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

VALKÍRIA FABIANA DA SILVA¹

JAIR CAMPOS MORAES¹

BRUNO ALMEIDA MELO¹

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

Fontes de silício na indução de resistência a insetos-praga e no desenvolvimento de plantas de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.)

ABSTRACT - The pest insects control exclusively with synthetic insecticides it causes several side effects. The induction of resistance of plants is a strategy in potential to prevent the injures and harming of insects in the cuture. The objectives, in this work, went to evaluate the effects of different of sources of silicon in the induction of resistance to the main pest insects, in the development and productivity in the potato culture of in organic cultivation. Four treatments were tried: 1 fertilization applied via soil with agro-silicon corresponding to 8 t/ha; 2 - fertilization applied via foliar with solution of silicic acid at 0,8%; 3 fertilization applied via foliar with solution of eucalyptus ash at 5% and 4 - Control. The incidence of pest insects was monitored 20, 40 and 60 days after the emergency of the plants, being counted the number of aphid, leaves injuries caused by *Diabrotica* spp. and the number of leaves mined by *Liriomyza* spp. The diameter, height of the plants and the productivity was determined. After, the content of tannins and lignin present in the plants. The silicic acid acted as inductor of the tannin synthesis in the plant. Besides, the application of eucalyptus ash or agro-silicon acted as promoter of the vegetative development of the plants of the potato.

KEY WORDS: eucalyptus ash, silicic acid, agro-silicon, aphids, organic agriculture.

RESUMO - O controle de insetos-praga exclusivamente com inseticidas sintéticos ocasiona diversos efeitos colaterais. A indução de resistência de plantas é uma estratégia em potencial para prevenir as injúrias e os danos causados por insetos na cultura. Os objetivos, no presente trabalho, foram avaliar os efeitos de diferentes fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga no desenvolvimento e na produtividade da cultura de batata inglesa em cultivo orgânico. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) adubação via solo com agrossilício na dosagem correspondente a 8 t/ha; 2) adubação foliar com solução de ácido silícico a 0,8%; 3) adubação foliar com solução de cinza de eucalipto a 5% e 4) testemunha. As avaliações dos insetos-praga foram realizadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência das plantas, contando-se o número de pulgões, de injúrias foliares provocadas por *Diabrotica* spp. e de folíolos minados por *Liriomyza* spp. Ainda foram quantificados os teores de tanino e lignina e determinados a altura, o diâmetro e a produtividade das plantas. Em razão da baixa densidade populacional de insetos no batatal, a avaliação do efeito das fontes de silício sobre a população de insetos-praga ficou prejudicada. Contudo, o ácido silícico atuou como indutor da síntese de tanino na planta. Além disso, a cinza de eucalipto ou o agrossilício aplicados atuaram como promotores do desenvolvimento vegetativo das plantas de batata.

PALAVRAS-CHAVE: cinza de eucalipto, ácido silícico, agrossilício, pulgões, agricultura orgânica.

Introdução

A batata inglesa, *Solanum tuberosum* L., é um dos produtos alimentares mais difundidos em todo o mundo. No Brasil, as maiores regiões produtoras são Sudeste, Sul e Nordeste, sendo as duas primeiras responsáveis por 86% da produção nacional. Minas Gerais é o maior estado produtor, respondendo por cerca de 1/3 da produção nacional, com 1,1 milhão de toneladas, seguido por São Paulo, que produz cerca de 751 mil toneladas (Agrianual, 2008).

Contudo, o cultivo da batata nos trópicos é uma das atividades agrícolas que mais sofrem com problemas fitossanitários decorrentes de ataques de pragas e doenças, onerando o custo de produção (Lara et al., 2004). No Brasil, a manutenção da sanidade do batatal é fundamental, pois se cultiva batata o ano todo (Daniels & Pereira, 2004).

Os pulgões, principalmente *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), são considerados pragas-chave da batateira, causando danos diretos, pela sucção de seiva e indiretos, devido à transmissão de vírus, entre eles o *potato leafroll vírus*, ou PLRV e o *potato virus Y*, ou PVY (Petitt & Smilowitz, 1982).

As espécies do gênero *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae) danificam as folhas da batateira na fase adulta, enquanto as larvas causam injúrias severas aos tubérculos, com prejuízos na produção e na qualidade do produto (França & Barbosa, 1987). Outro grupo de insetos que tem causado problemas no cultivo da batateira é a mosca minadora, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) (Salles, 2002). O dano é causado, principalmente, pela larva, que se alimenta logo após a eclosão dos ovos até a fase de pupa, quando abandona as folhas. As larvas, ao se alimentarem do mesófilo foliar, comprometem a capacidade fotossintética das plantas (Bueno et al., 2007).

O controle de insetos-praga feito exclusivamente com inseticidas sintéticos ocasiona diversos efeitos colaterais. Dessa forma, a indução de resistência de plantas é uma estratégia em potencial para prevenir ou, pelo menos, retardar as injúrias e os danos provocados por insetos à cultura. Embora não seja considerado um elemento nutricional essencial, o silício pode conferir resistência às plantas pela sua deposição na parede celular, formando uma barreira mecânica à penetração e à alimentação dos insetos (Basagli et al., 2003), ou estar também relacionado com reações específicas de defesa das plantas (Chérif et al., 1992) e ou pela sua ação como elicitador do processo de resistência induzida (Fawe et al., 2001; Gomes et al., 2005).

Os objetivos, no presente trabalho, foram avaliar os efeitos de diferentes fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga, no desenvolvimento das plantas e na produtividade da cultura de batata inglesa em cultivo orgânico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área destinada ao cultivo orgânico do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008.

O solo foi preparado por meio de duas arações e duas gradagens e sulcado no espaçamento de 0,80 m. A batata-semente, cultivar Éden, foi plantada no espaçamento de 0,20 m entre plantas. A parcela foi constituída por quatro linhas de 2 m de comprimento, sendo a área útil formada pelas duas linhas centrais com 1,6 m de comprimento. O composto orgânico foi incorporado no sulco de plantio, na dosagem equivalente a 30 t/ha, sete dias antes do plantio. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) adubação via solo com agrossilício na dosagem correspondente a 8 t/ha; 2) adubação foliar com solução de ácido silícico a 0,8%; 3) adubação foliar com solução de cinza de eucalipto a 5% e 4) testemunha. O tratamento via solo, com agrossilício, foi aplicado dois dias antes do plantio e incorporado no sulco. O agrossilício possui em sua composição 23% de SiO₂, 42% de CaO e 12% de MgO (Pulz, 2007). Já a cinza, obtida da queima do eucalipto e peneirada, é rica em silício, cálcio e magnésio e, de acordo com dados obtidos em fornos de produção de cerâmica, possui, em média, 16,9% de SiO₂, 32,6% de CaO e 7,2% de MgO (Borlini, 2005). Na aplicação foliar, o ácido silícico e a cinza de eucalipto foram diluídos em água e, depois, pulverizados nas plantas até o escorrimento. Esta operação foi realizada semanalmente, iniciando-se sete dias após a emergência até a fase final da tuberização, no total de dez aplicações.

O monitoramento dos insetos-praga foi realizado aos 20, 40 e 60 dias após a emergência, em cinco plantas selecionadas ao acaso por parcela. Os pulgões foram contados em uma folha, escolhida ao acaso, no terço inferior da planta. As injúrias foliares causadas por *D. speciosa* foram amostradas

contando-se as lesões presentes na terceira e na quarta folha a partir do ápice. A avaliação das injúrias causadas pela mosca-minadora *Liriomyza* spp. foi realizada contando-se os folíolos minados presentes na planta.

A determinação da altura e do diâmetro das plantas foi feita aos 60 dias após a emergência, em cinco plantas por parcela. Também foram coletadas folhas para a avaliação dos teores de tanino e lignina. As folhas foram levadas ao Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, no Departamento de Entomologia da UFLA, secas em estufa, à temperatura de 60°C, pelo período de sete dias. As folhas secas foram moídas e etiquetadas.

A quantificação de taninos e de lignina foi realizada pelo Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA. Para taninos, o extrato foi obtido segundo Deshpande et al. (1986) e a determinação foi realizada pelo método colorimétrico de Folin-Denis, conforme AOAC (1990). A determinação do teor de lignina foi realizada pelo método de Van Soest (1967).

A cultura foi conduzida até o final do ciclo e, após a colheita, os tubérculos foram lavados e pesados, sendo a produtividade calculada em tonelada por hectare.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de significância. Os dados de contagem de insetos e injúrias foram acumulados (total das três avaliações) e transformados em $\sqrt{X+0,5}$, antes da análise estatística.

Resultados e Discussão

No total das três avaliações, não foram observados efeitos da fonte e/ou da aplicação de silício na ocorrência de pulgões, injúrias provocadas por insetos do gênero *Diabrotica* e lesões da mosca-minadora nos folíolos da batateira (Tabela 1).

TABELA 1. Número de pulgões *M. persicae*, injúrias de *D. speciosa* na 3ª e na 4ª folhas e folíolos minados (média±erro padrão), em plantas de batata tratadas com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, outubro 2007/fevereiro 2008

| Tratamentos | Número de pulgões* | Injúrias de <i>D. speciosa</i> * | Folíolos minados* |
|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------|
| Agrossilício | 0,8±0,65 | 38,0±2,26 | 6,8±0,94 |
| Ácido silícico | 0,7±0,21 | 35,5±3,68 | 8,6±1,97 |
| Cinza de eucalipto | 1,7±1,08 | 30,0±3,81 | 12,0±1,59 |
| Testemunha | 1,3±0,66 | 34,3±5,46 | 7,3±1,86 |
| CV (%) | 49,9 | 14,4 | 18,8 |

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

A densidade populacional desses insetos-praga na fase vegetativa da cultura foi muito baixa, possivelmente devido à alta precipitação pluviométrica do período, uma vez que o experimento foi conduzido na época das águas (Tabela 2).

TABELA 2. Dados meteorológicos: temperatura (média mensal), umidade relativa (média mensal) e precipitação (mensal acumulada) de outubro/2007 a janeiro/2008, durante a condução do experimento*. Lavras, MG. 2008.

| Meses | Temperatura (°C) | | | Umidade relativa (%) | Precipitação (mm) |
|----------|------------------|--------|--------|----------------------|-------------------|
| | Média | Máxima | Mínima | | |
| Outubro | 22,7 | 30,1 | 16,5 | 59 | 130,1 |
| Novembro | 21,3 | 27,8 | 17,2 | 77 | 110,4 |
| Dezembro | 23,0 | 29,4 | 18,0 | 73 | 176,6 |
| Janeiro | 21,8 | 27,7 | 17,7 | 78 | 263 |

*Fonte: Estação meteorológica da UFLA (2007).

De maneira geral, os insetos alados, como os pulgões *D. speciosa* e a mosca minadora, são afetados pelo excesso de chuvas. Resultados semelhantes foram observados para pulgões em batateira exposta a um período contínuo de chuvas, que interferiu na sua dinâmica populacional e na consequente redução na sua população (Pinto et al., 2000).

Infelizmente, com a baixa densidade dos insetos-praga no batatal, muito aquém de uma população que poderia causar dano econômico, não foi possível avaliar o efeito do silício como indutor de resistência.

Não foram constatados efeitos das fontes e ou do silício na indução da síntese lignina na batateira (Tabela 3). Este resultado difere daquele observado em plantas de batata cultivada em casa de vegetação (Gomes et al., 2008).

Entretanto, na adubação com ácido silícico, as plantas apresentaram maior porcentagem de tanino (Tabela 3) e, possivelmente, o silício atuou como indutor na síntese deste composto (Gomes et al., 2005).

TABELA 3. Teores de taninos e de lignina (média±erro padrão) em folhas de plantas de batata tratadas com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, outubro 2007/fevereiro 2008

| Tratamento | Tanino (%) | Lignina (%) |
|--------------------|------------|-------------|
| Agrossilício | 3,2±0,12 b | 7,9±0,28 a |
| Ácido silícico | 4,1±0,21 a | 7,9±0,31 a |
| Cinza de eucalipto | 3,3±0,04 b | 7,7±0,39 a |
| Testemunha | 3,3±0,23 b | 8,5±0,19 a |
| CV (%) | 11,2 | 8,5 |

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

Em casa de vegetação, batateiras tratadas com silício também apresentaram maior concentração de tanino (Gomes et al., 2008), colaborando com os resultados observados em campo. O tanino é um metabólito secundário relacionado com o mecanismo de defesa da planta (Yamada e Abdalla, 2006). A síntese e o acúmulo de tanino nos tecidos foliares são muito importantes na indução de resistência das plantas a insetos herbívoros. Este composto fenólico reduz significativamente o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros quando adicionado às suas dietas, agindo como repelente alimentar (Strack, 1997; Yamada, 2004). Mas, devido à baixa densidade populacional de insetos-pragas durante o cultivo do batatal, não foi possível correlacionar a atuação direta desse composto sobre os insetos.

Verificou-se (Tabela 4) que as plantas tratadas com cinza de eucalipto apresentaram maior altura em relação às plantas submetidas a outros

tratamentos. A cinza proveniente da queima do eucalipto é rica em nutrientes para as plantas. Além disso, a cinza é capaz de neutralizar a acidez do solo, portanto, há efeito fertilizante e corretivo (Darolt et al., 1996), afetando também a atividade microbiana do solo (Santos et al., 1995). Resultados semelhantes com relação ao aumento do crescimento de plantas pela aplicação da cinza foram encontrados na produção de mudas de goiabeira (Prado et al., 2003).

Assim, a utilização de insumos não convencionais torna-se atraente quando estes têm baixo custo e mostram-se eficientes na melhoria de alguma propriedade da planta (Stappe & Balloni, 1998).

Com relação ao diâmetro das hastes da batateira, as plantas tratadas com agrossilício e cinza de eucalipto apresentaram os maiores valores, favorecendo a arquitetura das plantas (Tabela 4). É provável que isso tenha ocorrido pela ação do silício, pois o mesmo está relacionado à deposição de sílica na parede celular de células epidérmicas, o que proporciona mudanças anatômicas nos tecidos, aumentando a sua espessura (Blaich & Grundh Fer, 1998). Além disso, tanto o agrossilício como a cinza são ricos em nutrientes, como o cálcio e o magnésio, que também beneficiam o desenvolvimento das plantas.

Apesar de a produtividade ter sido considerada satisfatória para batateiras cultivadas em sistema orgânico, não houve diferença significativa na produção de tubérculos (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com os obtidos para a produtividade de tomateiro, planta da mesma família da batateira (Pereira et al., 2003). Entretanto, em plantas de arroz tratadas com silício, obteve-se aumento significativo na produção e na massa individual dos grãos (Pershin et al., 1995). Isto ocorreu, possivelmente, pelo fato de essa espécie vegetal ser considerada uma planta acumuladora de silício, beneficiando a sua produtividade (Ma et al., 2001).

TABELA 4. Altura, diâmetro e produtividade (média±erro padrão) de batateira tratada com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, outubro 2007/fevereiro 2008

| Tratamento | Altura (cm)* | Diâmetro (cm)* | Produtividade (t/ha)* |
|--------------------|--------------|----------------|-----------------------|
| Agrossilício | 54,6±2,92 b | 1,0±0,02 a | 20,7±0,48 a |
| Ácido silícico | 54,2±3,60 b | 0,88±0,04 b | 19,8±0,38 a |
| Cinza de eucalipto | 58,3±3,35 a | 0,97±0,03 a | 22,1±0,64 a |
| Testemunha | 53,7±2,78 b | 0,93±0,04 b | 21,5±0,54 a |
| CV (%) | 5,2 | 6,1 | 12,7 |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$).

Espera-se que, em condições de estresse, principalmente aqueles provocados por insetos-praga e os hídricos, seja possível avaliar melhor os benefícios do silício em batateiras e, portanto, serão necessárias outras pesquisas a campo.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que o ácido silícico atuou como indutor da síntese de tanino, composto secundário defensivo da planta que atua como deterrente alimentar.

A aplicação de cinza de eucalipto ou de agrossilício teve papel importante no desenvolvimento vegetativo das plantas, atuando como promotor de crescimento da batateira.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – Fapemig.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 516 p.
- ARAÚJO, E. L.; PINHEIRO, S. A. M.; GEREMIAS, L. D.; MACEDO, L. P. M. Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Campo Dig.**, Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 22-26, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC, 1990. v. 2, 1278 p.
- BASAGLI, M. A. B.; MORAES, J. C.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R. Effect of sodium silicate on the resistance of wheat plants to green-aphids *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 659-663, 2003.
- BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, n. 105, p. 114-120, 1998.
- BORLINI, M. C.; SALES, H. F.; VIEIRA, C. M. F.; R.A.,CONTE,R.; PINATTI, D. G.; MONTEIRO, S. N. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha-Parte 1: Características da cinza. **Cerâmica**, v. 51, n. 319, p. 192-196, 2005.
- BUENO, A. F.; HOBACK, B. Z. W. W.; BUENO, R. C. O. F.; FERNANDES, O. P. Mosca-minadora (*Liriomyza trifolii*) na cultura da batata (*Solanum tuberosum*): observações de campo e respostas fotossintéticas da planta à injúria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1510-1517, 2007.
- CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, 1992.
- DANIELS, J.; PEREIRA, A. S. Resistência de genótipos de batata ao vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV) e ao vírus Y (PVY). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 521-524, 2004.

DAROLT, M. R.; BIANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza Vegetal como Fonte de Nutrientes e Corretivos de Solo na Cultura da Alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1. p.38-40, 1996.

DESHPANDE, S. S.; CHERYAN, M.; SALUNKE, D. K. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 24, n. 4, p. 401-449, 1986.

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

FRANÇA, F. H.; BARBOSA, S. O controle de pragas da batata. In: REIFSCHENEIDER, F. J. B. (Ed.). **Produção de batata**. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 1987. p. 73-84.

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

GOMES, F. B.; MORAES, J. A. C.; SANTOS, C. D.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 185-190, 2008.

LARA, F. M.; SCARANELLO, A. L.; BALDIN, E. L. L.; JÚNIOR, A. L. B.; 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, 2004.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. p. 17-39, 403 p.

PERSHIN, B. M.; PERSHINA, A. N.; EGORINA, L. M. Silicon and rice production in the Primorskii region. **Agrokhimiya**, v. 10, p. 68-74, 1995.

PETITT, F. L.; SMILOWITZ, Z. Green peach aphid feeding damage to potato in various plant growth stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 75, n. 3, p. 431-435, 1982.

PINTO, R. M.; BUENO, V. H. P.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Flutuação populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) associados à cultura da batata, *Solanum tuberosum* L., no plantio de inverno em Alfenas, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 649-657, 2000.

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; PEREIRA, L.; CINTRA, A. C. O.; NATALE, W. Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira: efeito no crescimento e na produção de matéria seca. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 78, n. 1, p. 25-35, 2003.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDÖRFER, G. C. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2003.

PULZ, A. L. **Estresse hídrico e adubação silicatada em batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Bintje**. 2007, 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SALLES, L. A. Batata minada. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, n. 12, p. 18-19, 2002.

SANTOS, J. A. G.; MOREAU, A. M. S. S.; REZENDE, J. O.; COELHO, I. A. Efeito da aplicação de cinza, oriunda de biomassa vegetal, na atividade microbiana de um solo podzólico amarelo cultivado com eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 1995. v. 2, p. 457-459.

SOEST, P. J. van. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

STAPPE, J. L.; BALLONI, E. A. **O uso de resíduos da indústria de celulose como insumos na produção florestal**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 37 p. (Circular técnica, 40).

STRACK, D. Phenolic metabolism. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. (Ed.). **Plant biochemistry**. London: Academic, 1997. p. 387-416.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Manejo sustentável na agricultura.
Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 116, p. 1-32, 2006.

Artigo 2

Influência da aplicação de silício na ocorrência de insetos-praga e no desenvolvimento de batateiras

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

VALKÍRIA FABIANA DA SILVA²

JAIR CAMPOS MORAES¹

BRUNO ALMEIDA MELO¹

² Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, C. postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil.

Influência da aplicação de silício na ocorrência de insetos-praga e no desenvolvimento de batateiras

ABSTRACT - The potato crop is attacked by several insect pests, standing out the greenbug (Hemiptera: Aphididae) and the *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). The balanced fertilization and resistance induction of resistance of plants to insects are tactical in potential in the integrated pest management. Thus, the objective in the present research was to evaluate the effects of the possible interaction among the organic fertilization and foliar application of silicic acid in the occurrence of insect pests, in the development and in the potato productivity. Four treatments with seven replications were tested: 1) 30 t/ha of organic compost; 2) 30 t/ha of organic compost and foliar fertilization with silicon acid at 0,5%; 3) 4 t/ha of fertilizer, 4-14-8; 4) 4 t/ha of fertilizer 4-14-8 and foliar fertilization with silicon acid at 0,5%;. The insect pests and of the injuries were evaluations at 20, 40, 60 and 80 days after the emergence, in ten plants chosen at random per plot. Besides, it was certain the height, the diameter of the plants and the productivity. The results showed that the fertilizer, 4-14-8 promoted better development of the plants and the increase of the productivity, however the plants became more susceptible to the attack of *Diabrotica* spp.. Already the silicon fertilization didn't interfere significantly in the development and productivity, as well as in the incidence of the *Diabrotica* spp and of the aphids.

KEY WORDS: Aphids, *Diabrotica* spp., resistance, silicon acid, *Solanum tuberosum*

RESUMO - A cultura da batata é atacada por diversos insetos-praga, destacando-se entre eles os pulgões (Hemiptera: Aphididae) e a vaquinha, *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). A indução de resistência de plantas a insetos é uma tática em potencial no manejo integrado de pragas. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação foliar do ácido silícico na ocorrência de insetos-praga e no desenvolvimento de batateiras no cultivo orgânico e no convencional. As plantas foram submetidas a quatro tratamentos: 1) 30 t/ha de composto orgânico; 2) 30 t/ha de composto orgânico mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%; 3) 4 t/ha de adubo fórmula 4-14-8 e 4) 4 t/ha de adubo químico fórmula 4-14-8 mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%. As avaliações dos insetos-praga e das injúrias foram realizadas aos 20, 40, 60 e 80 dias após a emergência, em dez plantas escolhidas ao acaso por parcela. Além disso, foram determinados a altura, o diâmetro e a produtividade das plantas. Pelos resultados pode-se concluir que não houve interação entre a aplicação de silício e o sistema de cultivo. Além disso, a aplicação foliar semanal de silício não interferiu na incidência de adultos de *Diabrotica speciosa*, de pulgões e injúrias causadas por adultos de *D. speciosa* bem como no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Contudo, apesar de, no cultivo orgânico, o desenvolvimento e a produção da batateira terem sido inferiores aos do convencional, as plantas foram menos atacadas por *D. speciosa*.

KEY WORDS: Afídeos, *Diabrotica* spp., resistência ácido silícico, *Solanum tuberosum*

Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) situa-se entre as quatro mais importantes culturas para a produção de alimentos no mundo, depois do trigo, do arroz e do milho, além de possuir alto potencial nutricional (Fontes, 2005; Singh, 1999). A produtividade média de batatas no Brasil, no ano de 2007, foi de, aproximadamente, 24 t/ha, tendo as regiões Sul e Sudeste respondido por mais de 85% da produção nacional. O estado de Minas Gerais é o responsável por cerca de 1/3 da produção nacional (Agrianual, 2008).

Entretanto, a bataticultura apresenta muitos problemas fitossanitários, como a suscetibilidade ao ataque de insetos-praga, que pode levar à redução da produtividade e afetar a qualidade do tubérculo (Furiatti et al., 2008). Entre os insetos-praga que atacam a cultura destacam-se os pulgões, considerados pragas-chave devido à sua capacidade de sucção contínua de seiva e, principalmente, pela transmissão de vírus (Lara et al., 2004).

O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) é uma espécie cosmopolita capaz de transmitir mais de 100 espécies de vírus de plantas em, aproximadamente, 30 famílias diferentes, sendo considerado como o mais importante vetor de vírus, como o *potato leafroll vírus*, ou PLRV e o *potato virus Y*, ou PVY, na cultura da batata. Estes vírus estão entre os maiores responsáveis pela degenerescência da batata (Salles, 2002). Infelizmente, o controle químico inadequado desses insetos-praga ainda prevalece, principalmente nas regiões onde se concentram os maiores plantios de batata, como o Sul de Minas Gerais (Pinto et al., 2000).

Outra espécie de inseto-praga que se encontra associada a essa cultura é a vaquinha, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Além de causar danos indiretos pelo consumo foliar na fase adulta, também provoca danos diretos no período larval, depreciando os tubérculos (Azeredo et

al., 2004). Este inseto é considerado uma praga polífaga, de grande disseminação no Brasil e alguns países da América do Sul (Machado et al., 2007). Para o controle das larvas, aplica-se inseticida líquido ou granulado no sulco de plantio ou na amontoa do batatal. Porém, esta modalidade demanda quantidades relativamente grandes de ingrediente ativo por área, o que eleva os custos e pode causar contaminação dos lençóis freáticos, principalmente em solos arenosos (Pereira et al., 2005).

Dessa forma, a indução de resistência de plantas é uma tática em potencial no manejo integrado de pragas, implicando na redução dos efeitos negativos sobre o meio ambiente devido ao uso de inseticidas. Além disso, a indução de resistência poderá contribuir significativamente para o sistema de produção integrada de batatas no país, pela diminuição do uso de insumos agrícolas, garantindo maior sustentabilidade da produção (Figueira, 2005).

Embora não seja considerado um elemento nutricional essencial para as plantas, a adição de silício tem induzido resistência em muitas espécies de plantas. A ação benéfica do silício tem sido atribuída a alguns fatores, como aumento da capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células e aumento da resistência das plantas ao ataque de insetos e doenças (Moraes et al., 2005).

Portanto, o objetivo no presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de silício na ocorrência de insetos-praga e no desenvolvimento de batateiras cultivadas em sistema orgânico e convencional.

Material e Métodos

O cultivo da batata foi realizado, no período de março a junho de 2008, em uma área experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (sem ou com silício) x 2 sistemas de produção (orgânico ou convencional), com seis repetições. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) 30 t/ha de composto orgânico; 2) 30 t/ha de composto orgânico mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%; 3) 4 t/ha de adubo químico fórmula 4-14-8 e 4) 4 t/ha de adubo químico fórmula 4-14-8 mais aplicação foliar de ácido silícico a 0,5%.

O composto orgânico foi incorporado ao sulco sete dias antes da semeadura e o adubo químico, cinco dias antes. A adubação foliar com ácido silícico foi feita semanalmente, por meio de pulverizações das plantas até o ponto de escorrimento, desde a emergência até o final da fase de tuberação, totalizando nove aplicações.

O preparo do solo foi feito por meio de duas arações e duas gradagens, sendo posteriormente sulcado. A batata-semente, cultivar Cupido, foi semeada no espaçamento de 0,2 m entre plantas e 0,8 m entre fileiras. O controle das plantas invasoras foi realizado com duas capinas manuais e a amontoa foi feita 30 dias após a emergência (DAE). Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 4 m de comprimento, sendo a parcela útil constituída pelas duas linhas centrais.

As avaliações dos insetos-praga e das injúrias foram realizadas aos 20, 40, 60 e 80 DAE, em dez plantas escolhidas ao acaso por parcela. Os pulgões foram contados em duas folhas do terço inferior da planta e as vaquinhas, em toda planta, determinando-se o total de cada inseto, nas quatro avaliações. As injúrias (lesões nas folhas) de *D. speciosa* foram contadas na quarta e na quinta folhas a partir do ápice da batateira.

A determinação da altura e do diâmetro das plantas foi feita aos 60 (DAE), em dez plantas por parcela. Após a colheita, realizada 95 dias após o plantio, os tubérculos foram pesados, determinando-se a produtividade por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, a 5% de significância. Os dados de contagem de insetos foram acumulados no total das quatro avaliações e transformados em $\sqrt{X+0,5}$, antes da análise estatística.

Resultados e Discussão

Para a incidência de insetos e as características dos parâmetros fitotécnicos da cultura não foram observadas interações entre a aplicação de silício e o tipo de cultivo. Verificou-se, ainda, que não houve efeito significativo da aplicação de silício na intensidade de infestação de adultos de *D. speciosa*. e de pulgões (Tabela 1), possivelmente devido à baixa densidade populacional destes insetos-praga no batatal durante o cultivo, mesmo considerando o total acumulado de insetos das quatro avaliações. Gomes et al. (2008) também não observaram efeito do silício sobre a colonização de pulgões em batateiras. Entretanto, para os diferentes tipos de cultivo, o número de adultos de *D. speciosa* foi menor do que a metade em batateiras submetidas ao cultivo orgânico, em relação ao cultivo convencional (Tabela 1).

A qualidade nutricional da planta pode favorecer a ocorrência de insetos-praga nas culturas (Schulze & Djuniadi, 1998). De maneira semelhante ao encontrado neste trabalho, Azeredo et al. (2004) relataram que a maior incidência de *D. speciosa* ocorreu em batateiras com altos teores de nitrogênio solúvel, pois altos teores desse nutriente servem como um atrativo aos insetos-praga devido, principalmente, ao acúmulo de açúcares solúveis (Gliessman, 2001).

Apesar da aplicação de silício não ter afetado a colonização de batateiras pelos insetos, outras pesquisas a campo ainda serão necessárias. Isso porque a ocorrência de insetos alados nos cultivos é fortemente influenciada pelas condições climáticas (Dixon, 1998) e dados de uma safra são insuficientes para tal afirmação.

TABELA 1 - Número de *D. speciosa* por planta e de pulgões em duas folhas por planta (média±erro padrão), no total de quatro avaliações, em batateiras submetidas a tratamentos com silício (Si), em cultivo orgânico e convencional. Lavras, MG, março 2008/junho 2008

| Tratamento | <i>D. speciosa</i> .* | Pulgões ^{ns} |
|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Sem Si | 6,2±3,1 ^{ns} | 20,7±5,5 |
| Com Si | 7,6±3,5 ^{ns} | 28,6±8,9 |
| Orgânico | 3,8±1,4 b | 16,0±3,9 |
| Convencional | 10,0±4,3 a | 33,2±9,2 |
| CV (%) | 29,0 | 53,8 |

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, para sistema de cultivo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$); ns = não significativo.

Ao longo do período das avaliações, observou-se que o número de injúrias causadas por *D. speciosa* (Tabela 2) foi maior nas plantas submetidas ao cultivo convencional, refletindo a ocorrência dos adultos. Também foi constatado maior número de injúrias aos 20 dias após a emergência, nas plantas tratadas com ácido silícico. Contudo, nas outras avaliações, não houve efeito significativo da aplicação de ácido silícico.

TABELA 2 - Número de injúrias de *D.speciosa* (média±erro padrão), aos 20, 40, 60 e 80 dias após a emergência (DAE) em batateiras submetidas a tratamentos com silício (Si), em cultivo orgânico e convencional. Lavras, MG, março 2008/junho 2008

| Tratamento | 20 DAE* | 40 DAE* | 60 DAE* | 80 DAE* |
|--------------|------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Sem Si | 28,0±4,2 b | 67,0±5,1 ^{ns} | 177,0±27,5 ^{ns} | 106,0±15,2 ^{ns} |
| Com Si | 43,1±7,2 a | 66,2±7,8 ^{ns} | 171,0±25,6 ^{ns} | 106,1±12,0 ^{ns} |
| Orgânico | 24,7±4,0 b | 58,2±6,0 b | 110,3±11,7 b | 76,2±9,1 b |
| Convencional | 46,3±6,5 a | 75,1±6,1 a | 238,5±23,0 a | 135,8±11,3 a |
| CV (%) | 48,1 | 31,1 | 37,3 | 29,0 |

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, para silício ou sistema de cultivo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$); ns = não significativo.

Quanto ao desenvolvimento e à produtividade da cultura, as plantas submetidas ao cultivo orgânico apresentaram os menores valores, isto é, as variáveis altura, diâmetro e produção foram significativamente inferiores ao observado no cultivo convencional (Tabela 3). Já a adubação foliar com silício não interferiu significativamente sobre o desenvolvimento e a produtividade da batateira (Tabela 3).

TABELA 3 - Altura, diâmetro e produtividade (média±erro padrão) de batateiras submetidas a tratamentos com silício (Si) em cultivo orgânico e convencional. Lavras, MG, março008/junho 2008

| Tratamento | Altura* (cm) | Diâmetro* (cm) | Produção* (kg/parcela) |
|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Sem Si | 34,1±3,5 ^{ns} | 0,7±0,0 ^{ns} | 4,7 ±0,7 ^{ns} |
| Com Si | 33,8±3,4 ^{ns} | 0,7±0,0 ^{ns} | 5,3±0,7 ^{ns} |
| Orgânico | 23,2±0,5 b | 0,6±0,0 b | 2,8±0,2 b |
| Convencional | 44,8±1,6 a | 0,8±0,1 a | 7,2±0,4 a |
| CV(%) | 12,45 | 10,16 | 22,88 |

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, para silício ou sistema de cultivo, diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$); ns = não significativo.

Estes resultados coincidem com os relatados por Gomes et al. (2008), segundo os quais tanto a altura como o diâmetro da batateira não responderam à adubação com o ácido silícico. Também Lana et al. (2003), utilizando silicato de cálcio em tomateiro, não verificaram aumento da produtividade de frutos.

A aplicação foliar semanal de silício não interferiu na incidência de adultos e de injúrias de *D. speciosa* e na população de pulgões, bem como no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Além disso, foi observado, em todos os tratamentos, que os tubérculos foram danificados (“alfinetados”) por larvas de *D. speciosa*.

No cultivo orgânico, o desenvolvimento e a produtividade da batateira foram inferiores aos do convencional, porém, as plantas foram menos atacadas pelos adultos de *D. speciosa*. No cultivo convencional há uma compensação de

danos causados pelos insetos-praga. O adubo químico utilizado está mais prontamente disponível para a planta do que o adubo utilizado no cultivo orgânico. A planta responde mais rapidamente, adquirindo maior número de folhas e maior produção. A fertilização orgânica é baseada na matéria orgânica e em fertilizantes minerais naturais pouco solúveis, buscando-se, além da nutrição de plantas, a melhoria do sistema como um todo (Darolt et al., 2007).

Conclusões

A aplicação foliar semanal de silício não interferiu na incidência de adultos de *D. speciosa* e na população de pulgões, bem como no desenvolvimento e na produtividade da cultura.

No cultivo orgânico, o desenvolvimento e a produtividade da batateira foram inferiores aos do sistema convencional, porém, as plantas foram menos atacadas por adultos de *D. speciosa*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsas e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências Bibliográficas

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 516 p.

AZEREDO, E. H.; LIMA, E., CASSINO, P. C. R. Impacto dos nutrientes N e K e de açúcares solúveis sobre populações de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera, Chrysomelidae) e *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel) (Lepidoptera, Noctuidae) na cultura da batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 1, p.105-113, 2004.

DAROLT, M. R.; RODRIGUES, A.; NAZARENO, N.; BRISOLLA, A.; RÜPPEL, O. **Análise comparativa entre o sistema orgânico e convencional de batata comum**. 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarnut1.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

DIXON, A. F. G. **Aphid ecology: an optimization approach**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1998. 300 p.

FIGUEIRA, A. R. Implantação de produção integrada de batata no Brasil deverá se tornar realidade num futuro próximo. **Batata Show**, ano 5, n. 11, p. 41, 2005.

FONTES, P. C. R. Oleicultura teoria e prática. In: _____. **Cultura da batata**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 486 p.

FURIATTI, R. S.; PEREIRA JÚNIOR, A. R.; PEREIRA, P. R. V. S. Controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1778) (Hemiptera, Aphididae) em batata (*Solanum Tuberosum*). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 83-87, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D. D.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008.

LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; JÚNIOR, L. A. Z.; SILVA, A. F.; LANA, A. M. Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e a acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 15-20, 2003.

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, 2004.

MACHADO, R. T.; ROSALINO, P.; RODRIGUES, J.; JUNGES, E.; RIBEIRO, L. P.; MANZONI, C. G. Avaliação da bioatividade de extratos vegetais sobre *Diabrotica speciosa* em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 1461-1464, 2007.

MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; CARVALHO, G. A. Não-preferência do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) para plantas de milho (*Zea mays* L.) tratadas com silício. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 761-766, 2005.

PEREIRA, T.; VENTURA, M. U.; MARQUES, F. A. Comportamento de larvas de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em resposta ao CO₂ e a plântulas de espécies cultivadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 981-985, 2005.

PINTO, R. M.; BUENO, V. H. P.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Flutuação populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) associados à cultura da batata, *Solanum tuberosum* L., no plantio de inverno em Alfenas, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 649-657, 2000.

SALLES, L. A. As pragas da batata. **Revista Cultivar, Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 16-28, 2002.

SCHULZE, W.; DJUNIADI, D. Introduction of integrated pest management in rice cultivation in Indonesia. **Pflanzen Nachrichten**, v. 1, n. 2, p. 97-105, 1998.

SINGH, R. P. Development of the molecular methods for potato virus and viroid detection and prevention. **Genome**, v. 42, p. 592-604, 1999.