

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

**Resistência de genótipos de batata a *Diabrotica speciosa*  
(Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**

**Jefferson Silveira Teodoro**

Pelotas, 2013

**Jefferson Silveira Teodoro**

**Engenheiro Agrônomo**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE BATATA A *DIABROTICA SPECIOSA*  
(GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Uemerson Silva da Cunha (UFPel)

Coorientadores:

Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa (Embrapa Clima Temperado)

Dr. José Francisco da Silva Martins (Embrapa Clima Temperado)

Pelotas, 2013

Dados Internacionais de Publicação (CIP)

- T314r Teodoro, Jefferson Silveira  
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE BATATA A DIABROTICA SPECIOSA (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) / Jefferson Silveira Teodoro; Dr. Uemerson Silva da Cunha (UFPel), orientador; Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa (Embrapa Clima Temperado) Dr. José Francisco da Silva Martins (Embrapa Clima Temperado), co-orientador. - Pelotas, 2013.  
82 f.: il.
- Dissertação (Mestrado em Fitossanidade), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.
- 1.consumo foliar. 2.caracteres agronômicos. 3.avaliação de resistência. 4.Solanum tuberosum. 5.vaquinha. I. (UFPel), Dr. Uemerson Silva da Cunha , orient. II. Temperado), Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa (Embrapa Clima Temperado) Dr. José Francisco da Silva Martins (Embrapa Clima , co-orient. III. Título.

CDD: 633.491

Catálogo na Fonte: Gabriela Machado Lopes CRB:10/1842

**Banca Examinadora:**

---

Dr. Uemerson Silva da Cunha (Orientador)  
Universidade Federal de Pelotas

---

Dr. Arione Pereira  
Embrapa Clima Temperado

---

Dra. Gabriela Inés Díez-Rodríguez  
Embrapa Clima Temperado

---

Dr. Flávio Roberto Mello Garcia  
Universidade Federal de Pelotas

## **Dedicatória**

*A Deus, com toda honra e glória  
Dedico!*

*Aos meus pais, Ari e Lilian  
Meus irmãos, Jônatas e Joseane  
E minha cunhada, Simone  
Ofereço!*

## **Agradecimentos**

Ao programa de Pós-graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas – FAEM/UFPel, pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – Embrapa Clima Temperado, pela oportunidade concedida ao aprimoramento profissional e realização dos trabalhos, disponibilidade de infra-estrutura e mão-de-obra.

Ao Convênio Embrapa/Monsanto pelo apoio financeiro.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

Ao orientador Dr. Uemerson Silva da Cunha pelo ensinamento, orientação e apoio para a realização do trabalho.

Aos pesquisadores Dr. José Francisco da Silva Martins, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, Caroline Marques Castro pelos ensinamentos, incentivo e colaboração prestada.

Aos colegas e amigos do curso de Pós-graduação em Fitossanidade, pelo incentivo, companheirismo, dedicação e colaboração prestadas.

Aos amigos do Núcleo de Manejo Integrado de Pragas – NUMIP, da Embrapa/ETB Lauren, Letícia, Calisc, Marcus, Higor, Carolini, descrever a amizade

de vocês é impossível, mas agradeço pelas horas de convivência, amizade, companheirismo, colaboração, dedicação e reflexões que tivemos juntos.

## Resumo

TEODORO, JEFFERSON SILVEIRA. **Resistência de genótipos de batata a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade- Área de conhecimento em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A batata é uma das mais importantes culturas com destaque na região Sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul. Dentre as diversas pragas subterrâneas, *Diabrotica speciosa* é considerada a principal, e o seu controle vem sendo realizado por meio de inseticidas químicos, os quais são aplicados de forma generalizada e sistemática. A disposição de cultivares resistentes como um dos componentes obtidos a partir de programas de melhoramento são fundamentais. Essa pesquisa teve como objetivo geral avaliar a reação de genótipos de batata selecionados no programa de melhoramento da batata pela Embrapa Clima Temperado ao ataque de *D. speciosa*. Foi avaliado o comportamento alimentar de adultos em folhas de dez genótipos, em condições de laboratório. O conjunto de estudos permitiu verificar que os genótipos Asterix, BRS Clara, BRS Eliza e NYL 235-4 formaram um grupo intermediário de consumo, e os demais formaram um menos consumido. Evidencia-se um comportamento de resistência (“não-preferência para a alimentação”) dos genótipos BRS Ana, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02. Objetivou-se ainda avaliar o comportamento de seis genótipos, sob condição de confinamento de adultos de *D. speciosa*, quanto à resistência ao ataque dos insetos nas folhas e nos tubérculos e alguns caracteres de importância agrônômica. Predominaram resultados confirmativos da suscetibilidade da cultivar Asterix e da resistência dos clones NYL 235-4 e C2342-1-02 tanto na parte aérea como nos tubérculos produzidos. Os resultados permitiram ainda evidenciar que o clone NYL 235-4 apresentou também um comportamento de tolerância ao ataque de *D. speciosa* com uma menor porcentagem de perda em produção de tubérculos, juntamente com o C2337-06-02. Também foram positivos os resultados encontrados para os clones da Embrapa C2337-06-02 e C2362-02-02, que manifestaram resistência ao ataque da fase jovem do inseto nos tubérculos. Além das características relacionadas à resistência a *D. speciosa*, os clones de batata derivados da espécie silvestre *S. berthaultii* agregaram caracteres agrônômicos desejáveis tais como: melhor rendimento, número de tubérculos total e comercial (C2337-18-02 e NYL 235-4), boa aparência, formato alongado (C2337-06-02, C2337-18-02 e C2362-02-02), pele lisa (C2362-02-02) e profundidade do olho mais rasa (C2337-18-02, C2362-02-02 e NYL 235-4). Também se procedeu a avaliação da reação de seis genótipos, em condições infestação natural, quanto à resistência ao ataque dos insetos nas folhas e nos tubérculos. Evidenciou-se um comportamento de suscetibilidade para o genótipo Asterix e de resistência, do tipo

não-preferência para a alimentação de adultos de *D. speciosa*, para os demais genótipos. Os clones C2337-06-02 e C2337-18-02 formaram o grupo de genótipos com maior número de perfurações nos tubérculos, evidenciando não haver uma relação entre os danos causados por *D. speciosa* às folhas e aos tubérculos de batata. Os demais clones da Embrapa (C2342-01-02 e C2362-02-02), a cultivar Asterix e o clone NYL 235-4, foram os genótipos com menor registro de perfuração de tubérculos.

**Palavras-chave:** consumo foliar, avaliação da resistência, *Solanum tuberosum*, *Solanum berthaultii*, vaquinha, caracteres de importância agronômica.

## Abstract

TEODORO, JEFFERSON SILVEIRA. **Resistance of potato genotypes to *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade- Área de conhecimento em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The potato is one of the most important crops especially in southern Brazil, mainly in the Rio Grande do Sul state. Among the various underground pests, *Diabrotica speciosa* is considered the main, and its control has been accomplished through chemical insecticides, which are applied in a widespread and systematic. The provision of resistant cultivars as a component derived from breeding programs are fundamental. This research aimed to evaluate the reaction of potato genotypes selected in potato breeding program of Embrapa Temperate Climate attack of *D. speciosa*. Was evaluated feeding behavior in adult leaves ten genotypes in laboratory conditions. The set of studies showed that the genotypes Asterix, BRS Clara, BRS Eliza and NYL 235-4 formed a group of intermediate consumption, and the others formed a less consumed group. It is evident from the behavior the resistance ("non-preference for food ") of BRS Ana, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02 and C2362-02-02. A second aim was to evaluate the behavior the performance of six genotypes, provided confinement of adult *D. speciosa*, for resistance to insect attack in leaves and tubers and some traits of agronomic importance. The results confirmed the susceptibility of the cultivar Asterix and the resistance to the insect of clones NYL 235-4 and C2342-1-02 in both, leaves and tubers. The results also showed that NYL 235-4 and C2337-06-02 presented tolerance to the attack of *D. speciosa* as well as lower percentage of tuber yield losses. Also, the results obtained were indicative of the good behavior of clones of Embrapa C2337-06-02 and C2362-02-02, which expressed resistance to the attack in the young stage of the insect in the tubers. The potato genotypes derived from wild species *S. berthaultii* added desirable agronomic traits such as better yield, number of tubers and total trade (C2337-18-02 and NYL 235-4), good appearance, elongated format (C2337-06-02, C2337-C2362 and 18-02, 02-02), skin smoothness (C2362-02-02) and the shallower depth of the eyes (C2337-18-02, C2362-02-02 and NYL 235-4). Also been evaluated the reaction of six genotypes in natural infestation conditions, for resistance to insect attack in leaves and tubers. The results indicated the susceptibility of the genotype Asterix and the resistance of other genotypes based on non-preference for feeding by adults of *D. speciosa*. Clones C2337-06-02 and C2337-18-02 formed the group with the highest rate of perforation in the tubers, showing no relation between the damage caused by *D. speciosa* to leaves and potato tubers. The other Embrapa clones (C2342-01-02 and C2362-02-02), cultivar

Asterix and clone NYL 235-4, were the genotypes with lower rate of perforation in the tubers.

**Keywords:** leaf consumption, assessment of resistance, *Solanum tuberosum*, *Solanum berthaultii*, corn rootworm, traits of agronomic importance.

## Lista de Tabelas

	Pág.
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Caracterização de genótipos de batata quanto à preferência alimentar de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) com e sem chance de escolha de folíolos</b>	
<b>Tabela 1.</b> Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de <i>Diabrotica speciosa</i> . (Pelotas, 2011).....	43
<b>Tabela 2.</b> Média de área foliar ± erro-padrão (EP) de genótipos de batata consumidas por adultos de <i>Diabrotica speciosa</i> em testes com chance de escolha de folíolos aos 77 dias da planta hospedeira pelo inseto (Pelotas, 2011).....	43
<b>Tabela 3.</b> Média de área foliar ± erro-padrão (EP) de genótipos de batata consumidas por adultos de <i>Diabrotica speciosa</i> em testes sem chance de escolha de folíolos aos 82 dias da planta hospedeira pelo inseto (Pelotas, 2011).....	43
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Caracterização de genótipos de batata quanto à resistência a <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) sob infestação artificial</b>	
<b>Tabela 1.</b> Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de <i>Diabrotica speciosa</i> (Capão-do-Leão, 2012).....	56
<b>Tabela 2.</b> Notas atribuídas à desfolha transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$ , nos terços inferior (TI), médio (TM) e superior (TS), aos 59 dias após a emergência, provocada por infestação artificial de adultos e número de orifícios nos tubérculos (NFT), aos 103 dias pós plantio ± erro-padrão (EP), provocado pela larva-alfinete de <i>Diabrotica speciosa</i> , em seis genótipos de batata em casa-de-vegetação (Capão-do-Leão, 2012).....	56

<b>Tabela 3.</b>	Genótipos de batata avaliados com e sem (CI e SI) infestação de <i>Diabrotica speciosa</i> em condições de casa-de-vegetação e média dos tratamentos para as variáveis: peso médio (PM) (g), produção total (PT) (g), redução de produção (%), n° tubérculos totais (NTT) e % tubérculos comerciais (%TC) ± erro-padrão (EP) (Capão-do-Leão, 2012).....	57
<b>Tabela 4.</b>	Aparência (A), uniformidade (U), aspereza da película (AP) e profundidade do olho (PO) ± erro-padrão (EP) de genótipos de batata com e sem infestação (CI e SI) de <i>Diabrotica speciosa</i> em casa-de-vegetação (Capão-do-Leão, 2012).....	58
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Reação de genótipos de batata à infestação natural de adultos e larvas de <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chrysomelidae)</b>	
<b>Tabela 1.</b>	Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de <i>Diabrotica speciosa</i> (Pelotas, 2011).....	74
<b>Tabela 2.</b>	Danos causados por <i>Diabrotica speciosa</i> às folhas e a tubérculos ± erro-padrão (EP) de seis genótipos de batata, sob infestação natural do inseto, em condição de campo. (Pelotas, 2011).....	74

## Lista de Figuras

		Pág.
Capítulo 4	<b>Caracterização de genótipos de batata quanto à resistência a <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) sob infestação artificial</b>	
<b>Figura 1.</b>	Escala de notas de desfolha (% de área consumida) de folíolos de batata, sendo zero=sem desfolha; 1=até 5%; 2= 5 a 10%; 3= 10 a 15%; 4= 15 a 20%; 5= 20 a 30%; 6= 30 a 45% e 7= superior a 50%.....	59

## Sumário

Resumo.....	7
Abstract.....	9
Lista de Tabelas.....	11
Lista de Figuras.....	13
Sumário.....	14
<b>1. Introdução.....</b>	<b>16</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>19</b>
2.1. Importância econômica da cultura da batata.....	19
2.2. Posição sistemática e distribuição geográfica de <i>D. speciosa</i> .....	20
2.3. Biologia e importância de <i>D. speciosa</i> como praga agrícola.....	20
2.4. Efeito de fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento de <i>D. speciosa</i> .....	22
2.4.1. Influência das propriedades do solo.....	22
2.4.2. Influência de elementos climáticos.....	24
2.4.3. Ecologia nutricional.....	25
2.5. Métodos de controle de <i>D. speciosa</i> .....	28
<b>3. Caracterização de genótipos de batata quanto à preferência alimentar de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) com e sem chance de escolha de folíolos .....</b>	<b>31</b>
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	35
Resultados e Discussão.....	37
Conclusões.....	39
Agradecimentos.....	39
Referências.....	39
<b>4. Caracterização de genótipos de batata quanto à resistência a <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) sob infestação artificial.....</b>	<b>44</b>
Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	47
Resultados e Discussão.....	49
Agradecimentos.....	54
Referências.....	54

<b>5. Reação de genótipos de batata à infestação natural de adultos e larvas de <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chrysomelidae).....</b>	<b>60</b>
Resumo.....	60
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Material e Métodos.....	64
Resultados e Discussão.....	65
Conclusões.....	68
Agradecimentos.....	68
Referências.....	68
<b>6. Conclusões.....</b>	<b>75</b>
<b>7. Referências .....</b>	<b>76</b>

## **1. Introdução**

A riqueza gerada pela atividade agrícola no Brasil tem contribuído para o desenvolvimento de algumas regiões. A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), inserida no cenário agrícola, embora ainda pouco explorada no País, consegue gerar riqueza e renda no meio em que é desenvolvida (AMARAL et al. 2012), sendo considerada uma das mais importantes culturas, superada em produção, em termos globais, apenas pelo trigo, milho e pelo arroz (PEREIRA; DANIELS, 2003).

O abastecimento brasileiro de batata depende principalmente da produção do Sul e Sudeste, além da importação, conferindo ao Rio Grande do Sul a quarta posição entre os maiores Estados produtores, com a participação de 10% da oferta nacional que alcança a marca próxima de 389 mil toneladas. Minas Gerais com 33%, Paraná com 20% e São Paulo com 17% completam a relação dos quatro primeiros colocados (AGRIANUAL, 2012).

A exigência da indústria, quanto à qualidade do tubérculo é grande e diz respeito tanto à qualidade culinária quanto à integridade da película e da polpa, ao passo que danos causados por pragas subterrâneas no tubérculo praticamente não são tolerados, pois dificultam o processamento industrial (BONINE, 1997). Além do mais, para atingir altos níveis de rendimento, é necessária a utilização intensa de insumos, tais como fertilizantes, fungicidas e inseticidas (NEVES et al., 2003), o que

corresponde cerca de 26,2% do custo total de produção da cultura (AMARAL et al., 2012)

No Rio Grande do Sul, dentre as diversas pragas subterrâneas, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) é considerada a principal, e o seu controle vem sendo realizado por meio de inseticidas, os quais são aplicados de forma generalizada e sistemática (SILVA et al., 2010). Além de importante praga de solo, em função do dano causado pelas larvas nos estolões e tubérculos, os adultos de *D. speciosa* alimentam-se das folhas, causando um posterior rendilhamento e, como possuem o hábito de voarem de uma planta à outra, a progressão do dano é rápido (LARA et al., 2004).

O adulto de *D. speciosa* é importante praga para a fase inicial da cultura da batata, pois danifica folhas e hastes de plantas, causando redução da área foliar e conseqüentemente na produção, além de favorecer o aparecimento de doenças, especialmente viroses (COSTA; BATISTA, 1979; RIBEIRO et al., 1996). As larvas danificam os tubérculos desde o início da tuberização, podendo deixá-los completamente furados (perfurações de mais de 1 mm), tendo o valor comercial reduzido em razão de sua aparência (HAJI, 1981; LARA et al., 2000; FURIATTI, 2009) e/ou inviabilizando a sua comercialização.

O emprego de plantas resistentes a insetos é considerado o método ideal de controle pela possibilidade de permitir a manutenção da praga em níveis inferiores ao de dano econômico, sem causar prejuízos ao ambiente e sem ônus adicional ao agricultor (GONÇALVES, 2004).

O gênero *Solanum* tem uma enorme diversidade natural, incluindo um grande número de características naturais que conferem resistência a insetos considerados praga para a cultura. Os dois fatores de resistência mais comumente exploradas

nessas plantas são glicoalcaloides e tricomas glandulares (GRAFIUS; DOUCHES, 2008).

Os dois glicoalcaloides mais comuns encontrados em batatas são  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina, que, juntos, compreendem 95% dos glicoalcaloides totais presentes na batata (LACHMAN et al., 2001). Já a espécie *Solanum chacoense* Bitter produz acetilados análogos dos glicoalcaloides comuns em batata, denominadas de leptinas, que são expressas apenas na folhagem (LORENZEN et al., 2001).

Desde a década de 1970, o CIP (Centro Internacional de La Papa) em Lima, Peru, vem realizando o pré-melhoramento genético para obter clones de batata resistentes ao ataque de insetos-praga (RAMAN, 1994). Espécies selvagens de batata como *Solanum berthautii* Hawkes, tem se mostrado eficientes visando resistência ao crisomelídeo *Leptinotarsa decemlineata* Say (FLANDERS et al., 1992, FRANÇA; TINGEY, 1994, FRANÇA et al., 1994), onde já foi desenvolvido o clone NYL 235-4, liberado comercialmente como cultivar “Prince Hairy”, o qual apresenta boas características agronômicas e alta resistência à praga (PLAISTED et al., 1992).

No Brasil, esse clone tem sido estudado por diversos autores comparando a resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *D. speciosa* (LARA et al., 2000; LARA et al., 2004; SOUZA et al., 2006; VIEIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2008; FURIATTI, 2009), havendo resultados promissores visando o seu incremento em programas de melhoramento da batata.

Em vista dos pontos abordados, o objetivo desse trabalho é avaliar a resistência de genótipos avançados do programa de melhoramento de batata da Embrapa Clima Temperado a adultos e larvas de *D. speciosa* quanto à preferência a alimentação, sob condições artificiais de infestação e ocorrência natural no campo.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Importância econômica da cultura da batata**

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, devido a sua composição nutricional, versatilidade gastronômica, adaptações tecnológicas e baixo preço. Sua origem é região dos Andes na América do Sul e ocupa na atualidade um importante papel econômico e social no cenário mundial, sendo cultivada em mais de 120 países, com uma produção superior a 300 milhões de toneladas, em uma área de mais de 20 milhões de hectares (NARDIN, 2007; AGRIANUAL, 2010).

No Brasil, a batata é plantada em torno de 130 mil hectares com produção ao redor de 3,5 milhões de toneladas. A cultura apresenta destaque nas Regiões Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) do país, responsáveis por mais de 70% da produção nacional, e pode ser cultivada em até três safras durante o ano (IBGE, 2012).

A qualidade dos tubérculos e a produtividade da batata dependem basicamente da qualidade da semente e da condução da cultura como a adubação, irrigação, tratamentos culturais, controle fitossanitário e do clima (HENZ, 2004). É uma cultura que apresenta uma série de problemas fitossanitários e um dos principais fatores limitantes ao aumento de sua produtividade se deve à sua suscetibilidade, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, ao ataque de insetos praga de

solo, como os coleópteros crisomelídeos, responsáveis por severos danos tanto nas folhas como nos tubérculos (VIEIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2008; FURIATTI, 2009).

## **2.2. Posição sistemática e distribuição geográfica de *D. speciosa***

Os insetos da família Chrysomelidae, subfamília Galerucinae, tribo Luperini, subtribo *Diabroticina* são representados em sua maioria pelas espécies do gênero *Diabrotica* (CHEVROLAT, 1844), o qual contém 338 espécies subdividido nos grupos *signifera*, *virgifera* e *fucata* (WILCOX, 1972; KRYSAN, 1986; KRYSAN; SMITH, 1987).

O grupo *fucata*, considerado o mais importante, possui mais de 300 espécies cujos indivíduos ocorrem nas regiões Neártica e Neotropical; apresentam hábitos multivoltinos, migrantes e são polípagos nas fases de larva e adulto, sendo *D. speciosa* a mais abundante e danosa às culturas agrícolas na América do Sul (BRANSON; KRYSAN, 1981; HAJI, 1981; KRYSAN, 1986; WALSH, 2003). Essa ampla distribuição territorial de *D. speciosa* ocorre, provavelmente, em razão do caráter polívago e/ou adaptação climática (ÁVILA; MILANEZ, 2004).

## **2.3 Biologia e importância de *D. speciosa* como praga agrícola**

A espécie *D. speciosa* apresenta três instares larvais com um período de crescimento inferior a dois meses a uma temperatura média de 25°C. É bastante tolerante ao frio, podendo ocorrer de cinco a seis gerações por ano. Suas posturas são realizadas em fendas dos solos, preferencialmente nos mais escuros com alto teor de matéria orgânica e umidade de 26% a 63%, respectivamente. Cada postura, representada por uma massa com cerca de 30 ovos, é encontrada próxima às

plantas hospedeiras ou sobre raízes e tubérculos (GASSEN, 1984; MILANEZ, 1995; MILANEZ; PARRA, 2000b; NAZARENO et al., 2001; OEPP/EPPO, 2005).

De coloração branco-amarelado com forma ovóide, os ovos com cerca de 0,5 mm apresentam um período de desenvolvimento embrionário de 8,8 dias, em média, à temperatura de 25°C. As larvas, comumente denominadas “larva-alfinete”, por possuírem o corpo alongado e fino (NAKANO et al., 2001), são esbranquiçadas, com cabeça e parte terminal (placa anal) pretas. O corpo é cilíndrico, mais afilado na parte anterior, podendo atingir 12 mm de comprimento e cerca de 1 mm de diâmetro. O período larval, variável em função da planta hospedeira, dura em média 17,5 dias em uma temperatura de 25°C e UR de 60%. Após o final da fase larval constroem câmaras pupais. As pupas têm coloração branca-amarelada, apresentando uma duração de 6,9 dias a 25°C (MILANEZ, 1995b; ÁVILA; PARRA, 2002; OEPP/EPPO, 2005).

Os adultos de *D. speciosa* possuem aproximadamente 4,5 mm de comprimento, antenas escuras, cabeça variando de pardo avermelhado ao negro, coloração esverdeada, apresentando em cada élitro três manchas transverso-ovulares de coloração amarela, tendo como denominações comuns “vaquinha”, “brasileirinho” e “patriota” devido à coloração característica que apresenta (NOGUEIRA et al., 2000). É muito semelhante à espécie *Diabrotica viridula* (Fabr. 1801) que possui cabeça verde, tíbias marrons e élitros com pontuações mais grossas (ZUCCHI et al., 1993). A borda anterior das duas manchas dos élitros, mais próximas da cabeça, pode apresentar coloração variando de roxa a rósea (WAQUIL et al., 2010). Os machos possuem as antenas maiores que as fêmeas e também, um esclerito a mais no ápice do abdome que em vista lateral, dá uma aparência mais truncada e rombuda ao abdome, ao passo que na fêmea, tem aspecto mais

afunilado (WHITE, 1977; HAJI, 1981; OEPP/EPPO, 2005).

O adulto de *D. speciosa* é considerado um inseto polífago, predominante praticamente em todos os Estados da federação, cujos adultos atacam a parte aérea de várias plantas cultivadas, como espécies de plantas do grupo das frutíferas, olerícolas, dicotiledôneas e monocotiledôneas, sendo considerada uma das mais importantes pragas agrícolas da América Latina, manifestando uma preferência alimentar por folhas de fabáceas, como feijão e soja em relação às poáceas (GASSEN, 1989; HAJI, 1981; MARQUES et al., 1999; GALLO et al., 2002). Além dos danos diretos causados às folhas, pode ser vetor de viroses e doenças bacterianas para diversas espécies de plantas (FULTON; SCOTT, 1977; BOFF; GANDIN, 1992; WALSH, 2003).

Em batata, as larvas de *D. speciosa* se alimentam dos tubérculos em formação, abrindo galerias e os adultos se alimentam das folhas, reduzindo a área fotossintética e diminuindo, por consequência, o rendimento de tubérculos (BARBOSA; FRANÇA, 1981; GRÜTZMACHER; LINK, 2000).

#### **2.4. Efeito de fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento de *D. speciosa***

A complexidade de fatores que exercem influência no desenvolvimento dos insetos é infindável, demonstrando que estudos nesse campo ainda são escassos para que se possa minimizar essa lacuna de informações (RODRIGUES, 2004).

##### **2.4.1. Influência das propriedades do solo**

Devido ao hábito de *D. speciosa* realizar a postura no solo, e neste desenvolver as fases imaturas, as propriedades físico-químicas do solo exercem grande influência na sua biologia e conseqüentemente na sua densidade

populacional (MILANEZ, 1995). Os solos mais escuros, tipo Terra Roxa Estruturada Distrófica, com maior porcentagem de matéria orgânica e alta umidade, são preferidos para a oviposição que ocorre próximo de uma planta hospedeira (MILANEZ; PARRA, 2000b; OEPP/EPPO, 2005).

A movimentação das larvas no solo é lenta, principalmente em solos mais pesados e argilosos (NAZARENO et al., 2001), visto que, para encontrar as raízes de um hospedeiro, estudos relataram que as larvas de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte se deslocam até 1 m no solo (SUTTLE et al., 1967). As larvas de primeiro instar de *D. speciosa* são atraídas pelo CO<sub>2</sub> que é produzido na natureza pelas raízes de milho e que respondem de forma distinta aos estímulos de diferentes hospedeiros, aumentando o número de “mudanças de direção” em relação ao seu trajeto (PEREIRA et al., 2005).

A umidade do solo influencia a densidade de ovos de *D. virgifera virgifera* e *Diabrotica longicornis barberi* SMITH & LAURENCE, onde nos primeiros 10 cm de profundidade do solo, em áreas irrigadas, 80% dos ovos foram observados, enquanto que em áreas não irrigadas, os ovos foram localizados a uma profundidade de 35 cm (WEISS et al., 1983).

Também a umidade do solo exerce influência na sobrevivência das larvas do gênero *Diabrotica*, onde provavelmente os picos populacionais mais altos dependem, além do hospedeiro, também da intensidade da precipitação durante esse período (WAQUIL et al., 2010).

Com relação à parte química do solo, para a cultura da batata há influência de doses de nutrientes, principalmente de N e K na ocorrência de larvas e adultos de *D. speciosa*, resultando num acúmulo de aminoácidos livres e por consequência no incremento de infestação da praga (AZEREDO et al., 2002; AZEREDO et al., 2004).

#### 2.4.2. Influência elementos climáticos

A temperatura é um dos elementos climáticos que afeta a biologia e o comportamento dos insetos, podendo influenciar na taxa de desenvolvimento e a viabilidade das fases imaturas de *D. speciosa* tanto no período de incubação de ovos, que diminui conforme a temperatura aumenta de 18 para 32°C, como na viabilidade desses (MILANEZ; PARRA, 2000a). Ela também pode exercer influência na longevidade e reprodução dos adultos (ÁVILA; PARRA, 2001).

Muitos adultos de *D. speciosa* em condições naturais, concentram-se na parte superior das plantas, independentemente do período do dia, ao passo que, atividades de alimentação, movimentação e voo são positivamente relacionadas com o aumento da temperatura, quando esta supera os 25°C. Em laboratório foi constatado nos períodos em que a temperatura ultrapassou os 25°C, os insetos tiveram atividade alimentar e, no período de maior temperatura média (27,4°C), das 12:00h às 17:30h, consumiram mais área foliar (LAUMANN et al., 2003).

A previsão de ocorrência de adultos de *D. speciosa* no campo é mais adequada utilizando a temperatura do solo do que a do ar, visto que os valores de graus-dia acumulados para o desenvolvimento de *D. speciosa* (ovo-adulto) nessas condições, difere-se significativamente dos valores obtidos em laboratório com temperaturas constantes (MILANEZ; PARRA, 2000a; ÁVILA et al., 2002).

Em Pelotas, no RS, em lavouras de batata o ciclo biológico de *D. speciosa* varia de 40 a 50 dias, sendo mais curto, em condições normais, durante a safra de primavera (até duas gerações na safra) e mais longo durante a safra plantada ao final do verão ou no outono, respaldando que as populações do inseto mantêm-se ativas durante todo o ano mais ou menos abundantes em função, principalmente da

disponibilidade de alimento e da temperatura e umidade (SALLES, 2002). São particularmente abundantes nas estações quentes e chuvosas, chegando às lavouras de batata, em sucessivas migrações a partir de áreas de milho, feijão, soja etc., principalmente daquelas em final de ciclo (NAZARENO et al., 2001).

O conhecimento da dinâmica populacional de *D. speciosa* no campo tem aplicação importante para definir os níveis populacionais e as medidas de controle no contexto do manejo integrado de pragas (ÁVILA; MILANEZ, 2004).

### **2.4.3. Ecologia nutricional**

Conhecer os processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais demonstrados pelos insetos é fundamental tendo em vista que estes estão ligados ao contexto nutricional. Por isso, é de extrema importância o conhecimento da preferência e hábitos alimentares, e necessidades nutricionais dos insetos e suas consequências no crescimento, sobrevivência, longevidade, reprodução, movimentos e hábitos gregários (PANIZZI; PARRA, 2009).

As larvas de *D. speciosa* atacam e causam dano nos estolões e tubérculos da batata. Quando o ataque se dá na ponta do estolão, não há formação do tubérculo. Algumas cultivares, como a Macaca, emitem uma maior quantidade de estolões, que podem compensar a formação de tubérculos na planta (HAJI, 1981; LARA et al., 2000; SALLES, 2002).

Bonine (1997) constatou que a larva alimenta-se e retorna ao solo, sendo que apenas uma larva é encontrada interna à galeria. Ainda observou que as perfurações de trajeto sinuoso, medem em média  $3,63 \pm 0,48$  mm de comprimento e que nenhuma perpassa totalmente o tubérculo. Salles (2000) reportou que quanto menor for o tubérculo de batata, maior será o potencial dano absoluto causado pela larva de *D. speciosa*, com conseqüente depreciação comercial, pois os tubérculos

ao serem atacados perdem aparência e qualidade, tornando-os vulneráveis à entrada de patógenos (CHAVEZ et al., 1988).

A espécie hospedeira utilizada como alimento na fase larval de *D. speciosa*, afeta significativamente a duração e a viabilidade do período larva-adulto, bem como o peso dos insetos produzidos (ÁVILA; PARRA, 2002). Estes autores observaram que quando se utilizam tubérculos de batata como fonte de alimento ao invés de radículas de milho, as larvas de *D. speciosa* completam o seu ciclo com um período superior de cerca de 10 dias e também apresentam uma taxa de mortalidade média inferior. HAJI (1981) também criou *D. speciosa* em dieta mista, constituída por plântulas de milho e tubérculos enraizados de batatinha, obtendo duração média de 43,2 dias para o período larva-adulto, cerca de sete dias superior à obtida com larvas que teve como dieta radículas de milho. BITENCOURT (2007) também obteve diferenças significativas, entre os hospedeiros, na duração e viabilidade das fases imaturas, sendo 31,5 dias e 24,2 % em batata e 25,1 dias e 31% para o milho. Esse autor ressalta que a baixa viabilidade encontrada se deve, provavelmente, à ocorrência de fungos durante o período larval.

Mesmo as espécies do gênero *Diabrotica* consideradas monófagas, ou com estreita gama de hospedeiros na fase larval, podem utilizar outros hospedeiros para completar seu ciclo de vida na ausência do hospedeiro preferencial e, conseqüentemente, garantir sua sobrevivência nos agroecossistemas (BRANSON; KRYSAN, 1981).

O adulto de *D. speciosa* tem hábito diurno (NAZARENO et al., 2001), predominando como praga chave da cultura na safrinha (GRÜTZMACHER; LINK, 2000), onde danifica folhas e hastes de plantas causando redução da área foliar e conseqüentemente na produção, além de favorecer o aparecimento de doenças,

especialmente viroses (COSTA; BATISTA, 1979; RIBEIRO et al., 1996; LARA et al., 2004; SILVA et al., 2010).

Os adultos alimentam-se das folhas e possuem o hábito constante de voar entre plantas (LARA et al., 2004). Quando esses insetos promovem desfolha de até 35% no início do ciclo da cultura, a planta consegue boa recuperação, porém, se o dano for mais intenso, próximo ou acima de 70%, as perdas na produção serão significativas (CRANSHAW; RADCLIFFE, 1980).

Nurmburg et al. (1999) estudando efeitos de níveis e de épocas de desfolha sobre a produção de batata, constataram alta capacidade de rebrota das plantas, sem que ocorresse redução significativa na produção de tubérculos.

A função principal do adulto está relacionada à reprodução e, em muitos casos à dispersão. Essas funções são dependentes da interação e integração de processos fisiológicos e comportamentais, os quais estão intimamente correlacionados ao consumo e utilização de alimento (PANIZZI; PARRA, 2009).

Ávila; Parra (2002) avaliando o desenvolvimento de *D. speciosa* em diferentes hospedeiros constataram que casais de adultos alimentados com folhas de batata e de feijoeiro apresentaram capacidade de postura superior aqueles mantidos em folhas de soja ou milho. A longevidade de adultos tanto machos quanto fêmeas também foi afetada pelo tipo de alimento oferecido. Os insetos alimentados com folhas de milho apresentaram baixa sobrevivência durante o período de postura, chegando a 100% de mortalidade aos 32 dias após o acasalamento, enquanto aqueles mantidos em folíolos de soja, feijoeiro e batata apresentaram mortalidades de 2,5, 13,2 e 22,5%, respectivamente.

## 2.5. Métodos de controle de *D. speciosa*

O uso de produtos químicos tem sido a principal forma de controle de insetos há mais de 50 anos. O controle de *D. speciosa* no Brasil, tanto de adultos como de larvas, é baseado, quase que exclusivamente, no emprego de inseticidas, de modo que, o controle de adultos têm-se mostrado pouco eficiente, já que o inseto por ser polífago, se dispersa com facilidade nos cultivos, proporcionando frequentes reinfestações quando as condições ambientais favorecem seu aumento populacional. Da mesma forma, o controle preventivo de larvas, através do tratamento de sementes, também tem sido considerado ineficaz, por não apresentar persistência no solo para assegurar proteção adequada ao sistema radicular (ÁVILA; NAKANO, 1999; VARGAS et al., 2004; MICHELI, 2005).

Para o controle de *D. speciosa* outros métodos são utilizados, tais como rotação de culturas, controle biológico, e cultivares resistentes. Este último método é o mais desejável porque não interfere com as práticas agrícolas, permitindo uma boa eficiência de controle do inseto, além de não onerar os custos de produção para o agricultor e não causar um desequilíbrio biológico no ambiente, pois a soma relativa de qualidades genéticas possuídas pela planta influenciam no grau de dano que o inseto causa. (PAINTER, 1951; LARA, 1991; BALDIN; LARA, 2001).

Uma das fontes de resistência a insetos-praga mais utilizadas é baseada em tricomas glandulares de folhas, como de espécies silvestres de *Solanum berthaultii* Hawkes, os quais são efetivos e conferem proteção de amplo espectro a insetos como besouro-da-batata-do-colorado (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), traça da batatinha- *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), pulgões como *Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), pulga-da-batata *Epitrix cucumeris* (Harris), cigarrinha-da-batata *Empoasca fabae* (Harris) e a mosca-branca *Bemisia*

*tabaci* biótipo B (CASAGRANDE, 1982; GREGORY et al., 1986; FLANDERS et al., 1992, FRANÇA; TINGEY, 1994, FRANÇA et al., 1994; ROCHA et al., 2012).

Os programas de melhoramento de batata têm tentado combinar resistência das espécies silvestres com caracteres agronômicos das espécies cultivadas, através dos quais produziram o clone NYL 235-4 oriundo do cruzamento de batata silvestre, que sofre três a sete vezes menos perdas na produção que genótipos suscetíveis, apresentando boas características agronômicas e alta resistência à praga, do tipo não-preferência para alimentação (antixenose), provavelmente em função dos tricomas glandulares que a folhagem apresenta (PLAISTED et al., 1992).

Comparando a resistência de genótipos de batata a *D. speciosa*, Lara et al. (2000), verificaram que os genótipos NYL 235-4 e o 288.801-8 são resistentes ao ataque de larvas aos tubérculos, enquanto que o genótipo 288.776-3 é resistente a adultos e larvas sendo a resistência a adultos do tipo antixenose.

Lara et al. (2004) em ensaios com e sem chance de escolha ao avaliarem o dano provocado por larvas de *D. speciosa* em tubérculos, constataram que os genótipos NYL 235-4 e 288.776-6 eram altamente resistentes, enquanto que os genótipos Aracy, Apuã e Itararé revelaram-se suscetíveis. Para ensaios de preferência para alimentação com adultos de *D. speciosa*, altos níveis de resistência foram observados em NYL 235-4, Itararé, 288.794-19 e 288.801-6; no genótipo 288.814-7 foi observada resistência moderada, sendo que Achat, Bintje e 288.719-13 mostraram-se altamente suscetíveis.

Vieira et al. (2006), também estudando reações de clones oriundos de cruzamentos entre genótipos com genes de resistência a insetos, provenientes do programa de melhoramento para resistência a insetos da Universidade de Cornell (EUA), e clones adaptados aos ecossistemas brasileiros utilizados como genitores

no programa de melhoramento genético de batata da Embrapa Clima Temperado ao ataque de *D. speciosa*, constataram que o germoplasma avaliado mostrou variabilidade com relação à resistência à praga, tanto para ataque às folhas como em tubérculos. Por outro lado o clone NYL 235-4 mostrou-se pouco atacado nas folhas e nos tubérculos, recomendando a sua inserção como genitor em programas de melhoramento de batata.

Furiatti (2009) avaliou o clone L 235-4 de procedência da Embrapa Hortaliças comparando com cultivares de mercado, ao ataque de *D. speciosa*, obtendo resultados significativos de resistência ao ataque da praga.

Souza et al. (2006) reportaram em seu trabalho que os mecanismos de defesa encontrados em folhas e tubérculos são independentes e que em resistência de plantas a insetos deve-se considerar as associações com características hortícolas desejáveis, afim de evitar que genótipos com alta resistência a insetos e com fraco desempenho de horticultura venham a ser selecionados.

### **3. Caracterização de genótipos de batata quanto à preferência alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) com e sem chance de escolha de folíolos**

Jefferson Silveira Teodoro<sup>1</sup>, Carolini Vaz Lima<sup>2</sup>, José Francisco da Silva Martins<sup>3</sup>, Ana Paula

Schneid Afonso da Rosa<sup>3</sup>, Caroline Marques Castro<sup>3</sup> e Uemerson Silva da Cunha<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Campus Universitário – Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354 – CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: jsilveirat1984@gmail.com; uscunha@yahoo.com.br; <sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas- Instituto de Biologia - Campus Universitário - Caixa Postal 354 – CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: karolimavaz@yahoo.com; <sup>3</sup>Embrapa Clima Temperado Caixa Postal 403 – CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: jose.martins@embrapa.br; ana-afonso@embrapa.br; caroline.castro@embrapa.br

#### **Pesquisa Agropecuária Brasileira (ISSN 0100-204)**

**Resumo-** A vaquinha, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), é um inseto prejudicial a diversas culturas, entre as quais a batata. Nesse contexto foi avaliado o comportamento alimentar de adultos em folhas de distintos genótipos, em condições de laboratório. Utilizaram-se os genótipos Asterix, BRS Ana, BRS Clara, BRS Eliza, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02, Macaca, NYL 235-4, plantados em casa-de-vegetação. Foram efetuados ensaios com e sem chance de escolha em folhas de plantas de 77 e 82 dias de idade, respectivamente. Com chance de escolha, os discos (um/genótipo) foram dispostos conjuntamente, ao acaso, num arranjo circular, em recipiente tipo arena (30 cm diâmetro), enquanto no teste sem chance de escolha, o disco de cada genótipo foi disposto isoladamente em placa de Petri. No ensaio com chance de escolha, os genótipos Macaca e Asterix foram os mais consumidos, diferindo significativamente dos demais. No ensaio sem chance de escolha

o genótipo Macaca manteve-se como o mais consumido. Os genótipos Asterix, BRS Clara, BRS Eliza e NYL 235-4 formaram um grupo intermediário de consumo, e os demais formaram outro menos consumido. Evidencia-se um comportamento de resistência (“não-preferência para a alimentação”) dos genótipos BRS Ana, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02.

**Termos para indexação:** *Solanum tuberosum*, consumo foliar, avaliação de resistência

**Abstract-** The corn rootworm, *Diabrotica speciosa* (German, 1824), is an insect harmful to several crops, including potatoes. That context, we evaluated the eating behavior of adults on leaves of different genotypes in laboratory conditions. We used genotypes Asterix, BRS Ana, BRS Clara, BRS Eliza, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02, Macaca and NYL 235-4, cultivated in green house. Assays were performed with and without choice in plant leaves with 77 and 82 days, respectively. In free choice test, the discs (one / genotype) were placed together randomly arranged in a circular container type arena (30 cm diameter), while in the no-choice test, the disc of each genotype was placed separately in Petri dish. In choice test, Asterix and Macaca genotypes were the most consumed, differing significantly from the others. In the no-choice test genotype Macaca remained as the most consumed. Genotypes Asterix, BRS Clara, BRS Eliza and NYL 235-4 formed a group of intermediate consumption, and the others formed a less consumed group. It is evident from the behavior the resistance ("non-preference for food") of BRS Ana, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02 and C2362 -02-02.

**Index terms:** *Solanum tuberosum*, leaf consumption, assessment of resistance

## Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos devido ao valor nutricional, versatilidade gastronômica, adaptações tecnológicas e baixo preço (NARDIN, 2007). No Brasil são produzidos aproximadamente 3,5 milhões de toneladas de tubérculos em cultivos concentrados nas regiões Sul e Sudeste, podendo ser praticadas até três safras ao ano (IBGE, 2012).

A cultura da batata apresenta vários problemas fitossanitários que limitam sua produtividade, destacando-se o ataque de distintas espécies de insetos (SOUZA et al., 2008), como *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera; Chrysomelidae). Na fase adulta, o inseto danifica as folhas, reduzindo a área fotossintética e conseqüentemente a produção de tubérculos (BARBOSA & FRANÇA, 1981), podendo ser vetor de doenças (FULTON & SCOTT, 1977; WALSH, 2003). Na fase larval alimenta-se de tubérculos em crescimento, formando galerias (GRÜTZMACHER & LINK, 2000).

Vários métodos são indicados para o controle de *D. speciosa* na cultura da batata, como o uso de cultivares resistentes. Tal método pode proporcionar uma satisfatória eficiência de controle sem interferir em outras práticas agrícolas, elevar custos de produção e/ou gerar problemas ambientais (PAINTER, 1951; BALDIN & LARA, 2001).

Os glicoalcaloides e tricomas glandulares são os fatores de plantas de batata mais explorados quanto à resistência a insetos (GRAFIUS & DOUCHES, 2008). Os glicoalcaloides podem afetar a biologia e o comportamento de insetos da mesma família de *D. speciosa* como *Leptinotarsa decemlineata* Say (ZULLO et al., 1984; HLYWKA et al., 1994; KOWALSKI et al., 1999). Os tricomas glandulares presentes em folhas de batata, ao se romperem, liberaram substância viscosa (‘pegajosa’) que afetam a mobilidade e alimentação de insetos, podendo causar a morte (GREGORY et al., 1986).

No Centro Internacional de La Papa, no Peru, o pré-melhoramento genético de batata foi implementado para obter clones resistentes ao ataque de insetos (RAMAN, 1994). Espécies selvagens de *Solanum berthaultii* Hawkes evidenciaram ser eficientes quanto à resistência a *L. decemlineata* (FLANDERS et al., 1992; FRANÇA et al., 1994). Na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos da América, a partir de *S. berthaultii*, foi obtido o clone NYL 235-4, com resistência a *L. decemlineata*, associada à presença de tricomas glandulares nas folhas (PLAISTED et al., 1992). Assim, evidencia-se o valor do germoplasma silvestre de batata como fonte de características agrônômicas de interesse, incluindo fatores de resistência a crisomelídeos.

No Brasil, o clone NYL 235-4 tem servido de padrão em estudos da resistência de batata a *D. speciosa* (LARA et al., 2000a; SOUZA et al., 2008; FURIATTI, 2009), inclusive como fonte de genes de resistência em programas de melhoramento genético. Nesse contexto, as famílias clonais C2337 e C2362, obtidas pelo programa de melhoramento de batata da Embrapa e contendo genes de resistência oriundos de *S. berthaultii* na sua genealogia, evidenciaram resistência foliar a *Diabrotica* spp. (SOUZA et al., 2008). Ao contrário, as cultivares Macaca e Asterix evidenciaram comportamento suscetível a *D. speciosa* (BONINE, 1997; SALLES, 2000).

Estudos sobre a resistência de batata a adultos de *D. speciosa* tem sido baseados na hipótese de que há uma relação direta entre o índice de alimentação e de oviposição nas folhas (BONINE, 1997). Nesse contexto, têm sido realizados ensaios com e sem chance de escolha, pelo inseto, de material foliar proveniente de plantas em diferentes estádios fenológicos. A alimentação normalmente é mantida até que um mínimo de 75% do material foliar seja consumido (LARA et al. 2000b), podendo ainda ser calculado o índice de preferência alimentar (LARA et al., 2004).

Utilizando conhecimentos disponíveis sobre resistência de *Solanum* spp. a *D. speciosa*, o objetivo desse trabalho foi caracterizar clones avançados e cultivares comerciais desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto à preferência alimentar do inseto, com e sem chance de escolha de material foliar.

### **Material e métodos**

Os adultos de *D. speciosa* utilizados no trabalho foram obtidos pelo método de criação descrito por Ávila et al. (2000), porém, com modificações. Na fase larval o inseto foi criado em dieta natural constituída por plântulas de milho, mantidas em substrato de vermiculita expandida (esterilizada) em recipientes plásticos (20 cm de diâmetro x 10 cm de altura). Para tal, uma primeira camada de vermiculita (40 g) foi colocada no fundo de um recipiente plástico e sobre esta água destilada (80 mL). Em seguida, 50 sementes de milho foram depositadas sobre a primeira camada de vermiculita e encobertas por uma segunda camada desse material (50g), sendo adicionados mais 100 mL de água destilada, sendo os recipientes acondicionados em sala climatizada ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR  $60\pm 10\%$ ). Quatro dias após, quando surgiram as radículas seminais, as plântulas foram infestadas nas raízes com 150 larvas neonatas (3 larvas/plântula) por meio de um pincel de cerdas finas. Após dez dias de crescimento, cerca de 100 larvas foram transferidas, por peneiramento, dos recipientes de infestação para um segundo recipiente plástico contendo vermiculita e 50 novas plântulas de milho (obtidas pelo processo descrito anteriormente), onde foram mantidas até atingirem a fase pupal.

Os adultos de *D. speciosa* que emergiram, ainda nos recipientes de criação das larvas, foram acondicionados em gaiola acrílica (39 cm largura x 51 cm de comprimento x 51 cm de altura) contendo dieta alimentar constituída por uma planta de feijão da cultivar Carioca (mantidas num frasco Erlenmeyer com água), rodela de cenoura (1 cm de largura x 2 cm

diâmetro) e solução de mel (10%) em algodão hidrófilo. Os pecíolos do feijoeiro foram fixados (com algodão) ao gargalo do frasco Erlenmeyer, enquanto as rodela de cenoura e a solução de mel (em algodão) foram mantidos em placas de Petri.

Dois tipos de ensaio sobre preferência para a alimentação de adultos de *D. speciosa* em folíolos de batata (com e sem chance de escolha da planta hospedeira), foram realizados em sala climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, adotando metodologia descrita por Lara et al. (2000a), também com modificações. Em ambos os ensaios, dez genótipos, sendo quatro clones avançados e três cultivares desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de batata da Embrapa, um clone resistente e duas cultivares suscetíveis ao inseto (Tabela 1), foram plantados em casa-de-vegetação, em 02 de setembro de 2011, segundo um delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições.

No ensaio com chance de escolha, um disco de folíolo ( $5\text{ cm}^2$ ), retirado das plantas de cada genótipo de batata por meio de um vazador de metal, aos 77 dias após o plantio (77 DAP) foram dispostos conjuntamente, ao acaso, num arranjo circular, em recipiente tipo arena (30 cm diâmetro) sobre papel filtro umedecido com água destilada, onde foi liberada uma população de adultos de *D. speciosa* proporcional a dois insetos/disco. Os insetos alimentaram-se dos discos foliares durante 24 horas, sendo após avaliada a quantidade de alimento consumido por meio de um medidor de área foliar modelo Licor LI- 3100C. Simultaneamente, discos de folíolos de cada genótipo, foram mantidos nas mesmas condições, porém, sem infestação, servindo como padrão, para corrigir eventuais variações naturais na área do material exposto ao inseto.

O ensaio sem chance de escolha do material foliar de batata por adultos de *D. speciosa* foi realizado seguindo a metodologia do ensaio com chance de escolha. O disco de folíolo de

cada genótipo de batata, porém, foi retirado das plantas aos 82 DAP e colocado isoladamente numa placa de Petri onde, em seguida, foram liberados dois insetos.

Os dados obtidos nos ensaios foram submetidos à análise de variância, por meio do programa GENES (CRUZ, 2010). Os dados originais foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ , sendo as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância.

### **Resultados e Discussão**

O ensaio com chance de escolha, por adultos de *D. speciosa*, dos folíolos retirados das plantas dos dez genótipos de batata aos 77 DAP, indicou que as cultivares Macaca e Asterix, tradicionalmente caracterizadas com suscetíveis ao inseto, formaram significativamente o grupo das mais consumidas (Tabela 2), portanto, corroborando resultados de trabalhos anteriores obtidos sob a mesma metodologia (BONINE, 1997; SALLES, 2000). Ainda nesse ensaio, todos os clones avançados e cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa (BRS Ana, BRS Clara, BRS Eliza, C2337-06-02, C2337-18-02, C2341-1-02 e C2362-02-02) não diferiram significativamente do clone NYL 235-4, formando um grupo de menor consumo foliar por *D. speciosa* e evidenciando uma não-preferência para a alimentação, em condições com livre escolha do hospedeiro pelo inseto. O comportamento do ‘NYL 235-4’, detectado com chance de escolha do alimento, com resistência de amplo espectro, está de acordo com resultados sobre resistência a *L. decemlineata*, fortemente ligada à presença de tricomas glandulares nas folhas (PLAISTED et al., 1992) e a *D. speciosa* (SILVA & FRANÇA, 1995). Assim sendo, todos os genótipos da Embrapa apresentaram um comportamento altamente favorável quanto à resistência ao inseto.

No ensaio sem chance de escolha, por adultos de *D. speciosa*, dos folíolos retirados de plantas de batata aos 82 DAP, a cultivar Macaca manteve-se como a mais consumida (Tabela 3), confirmando o comportamento de suscetível (BONINE, 1997), inclusive diferindo

significativamente da cultivar Asterix, definida como padrão de suscetibilidade ao inseto. As cultivares BRS Clara e BRS Eliza formaram um grupo intermediário de consumo foliar que também incluiu a cultivar Asterix (suscetível) e o clone NYL 235-4, reconhecido como padrão de resistência ao inseto. Corroborando os resultados encontrados neste trabalho, Lara et al. (2000a) constataram que o genótipo NYL 235-4 apresentou um comportamento intermediário de consumo foliar juntamente com os genótipos Achat e 288.814-7 para adultos de *D. speciosa*.

Todos os clones avançados da Embrapa (C2337-06-02, C2337-18-02, C2341-1-02 e C2362-02-02) e a cultivar BRS Ana (Tabela 3) formaram o grupo com menor consumo foliar. Portanto, apenas esses cinco genótipos, em condições de sem chance de escolha do alimento por adultos de *D. speciosa*, mantiveram o comportamento de ‘menos consumidos’ detectado no ensaio com chance de escolha.

Os resultados obtidos com os genótipos derivados de cruzamentos realizados entre clones resistentes a insetos-praga introduzidos dos EUA e clones adaptados à região Sul do Brasil (C-2337-06-02; C-2337-18-02; C-2342-1-02; C-2362-02-02) corroboram os obtidos por Souza et al. (2008) que em condições de campo, constataram menores incidências de ataque nas folhas por *D. speciosa* e *Epicauta* spp. para estas famílias clonais, possivelmente pelos mesmos conterem genes de *S. berthaultii* em sua constituição.

Considerando, principalmente os resultados do teste sem chance de escolha do alimento por adultos de *D. speciosa*, evidenciou-se um comportamento de suscetibilidade da cultivar Macaca. A cultivar Asterix, embora considerada como padrão de suscetibilidade ao ataque de adultos de *D. speciosa* apresentou-se como um grupo intermediário de consumo juntamente com BRS Clara, BRS Eliza e a cultivar testemunha NYL 235-4, considerada resistente ao ataque do inseto. A cultivar BRS Ana e os clones avançados C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02 e C2362-02-02 foram menos consumidos evidenciando desse

modo um comportamento de maior resistência do tipo “não-preferência” para a alimentação. Os resultados desse trabalho, porém, foram baseados apenas no efeito que os genótipos de batata exerceram no processo de alimentação de *D. speciosa*, portanto, não sendo consideradas as causas (mecanismos de resistência). Assim, para um melhor entendimento de possíveis causas de um menor consumo foliar pelo inseto, futuramente há necessidade de pesquisar o grau de interferência de fatores químicos e físicos da resistência como os glicoalcaloides e tricomas glandulares, respectivamente, bem como da possível ocorrência de antibiose. Estudos de ecologia química e fenotipagens são básicos para a obtenção de conhecimento sobre causas da resistência de genótipos de batata da Embrapa ao inseto.

### **Conclusões**

A cultivar BRS Ana e os clones avançados do programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02 e C2362-02-02 evidenciam comportamento de resistência ao ataque de adultos de *D. speciosa* típico de uma não-preferência para alimentação (antixenose).

### **Agradecimentos**

Os autores expressam seus agradecimentos ao CAPES, pela bolsa, convênio Embrapa/Monsanto pelo apoio financeiro e a Embrapa Clima Temperado pelo fornecimento de sementes e outras facilidades também.

### **Referências**

ÁVILA, C.J.; TABAI, A.C.; PARRA, J.R.P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p.257-267, 2000.

BALDIN, E.L.L.; LARA, F.M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p.675-679, 2001.

BARBOSA, S.E.F.; FRANÇA, H. Pragas da batata e seu controle. **Informe Agropecuário**, v.76, n.7, p.55-61, 1981.

BONINE, D.P. **Suscetibilidade de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) à *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera:Chrysomelidae) e ocorrência de outras pragas subterrâneas.** 1997. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

CRUZ, C. D. **Programa Genes – Aplicativo computacional em genética e estatística.** [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)2010, acesso em outubro de 2012.

FLANDERS, K.L.; HAWKES, J.G.; RADCLIFFE, E.B.; LAUER, F.I. Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defenses, and ecogeographical associations. **Euphytica**, v.61, p.83-111, 1992.

FRANÇA, F.H.; PLAISTED, R.L.; ROUSH, R.T.; VIA, S.; TINGEY, W.M. Selection response of the colorado potato beetle for adaptation to the resistant potato, *Solanum berthaultii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.73, p.101-109, 1994.

FULTON, J.P.; SCOTT, H.A. Bean rugose mosaic and related viruses and their transmission by beetles. **Fitopatologia Brasileira**, v.2, p.9-16, 1977.

FURIATTI, R.S. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 101-107, 2009.

GRAFIUS, E.J.; DOUCHES, D.S. The Present and Future Role of Insect-Resistant Genetically Modified Potata cultivars in IPM. IN: J. ROMEIS, A.M. SHELTON, G.G. KENNEDY (eds.), **Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs.** Springer Science + Business Media B.V. 2008. Chapter 7, p.195-221.

GREGORY, P.; TINGEY, W.M.; AVE, D.A.; BOUTHYETTE, P.Y. Potato glandular trichomes: a physicochemical defense mechanism against insects. **Natural Resistance of Plants to Pests.** Cap.13, p. 160-167, 1986.

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

HLYWKA, J.J.; STHEPHENSON, G.R.; SEARS, M.K.; YADA, R.Y. Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n.11, p.2545-2550, 1994.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201012.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201012.pdf)>. Acesso em outubro de 2012.

KOWALSKI, S.P.; DOMEK, J.M.; DEAHL, K.L.; SANFORD, L.L. Performance of Colorado potato beetle larvae (*Lepitnotarsa decemlineata* Say) reared on synthetic diets supplemented with *Solanum* glycoalkaloids. **American Journal of Potato Research**, v.76, n.5, p.305-312, 1999.

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

LARA, F.M.; SARGO, H.L.B.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Preferência alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) por genótipos de batata (*Solanum* spp.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.1, p.131-137, 2000 b.

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**, v.22, n.4, p.761-765, 2004.

NARDIN, I. Associação Brasileira da Batata. **Batata Show**, ano 7, n.19, dez., p. 34-36, 2007.

PAINTER, R.H. 1951. **Insect resistance in crop plants**. MacMillan, New York, 520 p.

PLAISTED, R.L.; TINGEY, W.M.; STEFFENS, J.C. The germplasm release of NYL.235-4, a clone with resistance to the Colorado potato beetle. **American Potato Journal**, v.69, p.843-846, 1992.

RAMAN, K.V. Potato pest management in developing countries. IN: ZEHNDER, W.; POWELSON, M.; JANSSON, R.; RAMAN, K.V. (eds.) **Advances in potato pest biology and management**. Saint Paul: APS Press. 1994. 655p.

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

SILVA, E.A.; FRANÇA, F.H. Avaliação do comportamento de um clone e duas cultivares de batata diante do ataque de crisomelídeos, sob sistema de livre escolha. **Horticultura Brasileira**, v.13, n.1, p.114, 1995.

SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A.S.; FRITCHE NETO, R.; SILVA, G.O.; OLIVEIRA, A.C. Potential of selection among and within potato clonal families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.199-206, 2005.

SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A.S.; SILVA, G.O.; CARVALHO, F.I.F. Correlation between insect resistance and horticultural traits in potatoes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, p. 279-285, 2006.

SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; CARVALHO, F. F. I.; OLIVEIRA, A. C. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 11, p. 69-73, 2008.

WALSH, G.C. Host range and reproductive traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae), two species of South America pest

rootworms, with notes on other species of *Diabroticina*. **Environmental Entomology**, v.32, n.2, p.276-285, 2003.

ZULLO, M.A.T.; TEIXEIRA, J.P.F.; SPOLADORE, D.S.; LOURENÇÃO, A.L.; ARANHA, C. Teor de glicoalcaloides em *Solanum americanum* infestado por *Aphis fabae solanella*. **Bragantia**, v.43, n.1, p.255-259, 1984.

## Tabelas

**Tabela 1.** Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de *Diabrotica speciosa*. (Pelotas, 2011).

Genótipo	Origem	Reação ao inseto	Referência
Asterix	Cardinal x SVPVe 709	Suscetível	SALLES (2000)
BRS Ana	C-1750-15-95 x Asterix (lançamento: 2007) <sup>1</sup>	Desconhecida	S/informação
BRS Clara	White Lady x Catucha	Desconhecida	S/informação
BRS Eliza	Edzina x Recent	Desconhecida	S/informação
C2337-06-02	White Lady x N-140*	Desconhecida	S/informação
C2337-18-02	White Lady x N-140	Desconhecida	S/informação
C2342-01-02	BP-1 x N-140	Desconhecida	S/informação
C2362-02-02	Cristal x NYL 235-4	Desconhecida	S/informação
Macaca	Desconhecida	Suscetível	BONINE (1997)
Cv. "Prince Hairy"	K421-1 x H266-2	Resistente	PLAISTED et al. (1992); FURIATTI (2009)
NYL 235-4			

<sup>1</sup>Genótipos desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de batata da Embrapa.

\*N-140: Oriunda da Universidade de Cornell, com *Solanum berthaultii* na sua genealogia.

**Tabela 2.** Média de área foliar ± erro-padrão (EP) de genótipos de batata consumidas por adultos de *Diabrotica speciosa* em testes com chance de escolha de folíolos, aos 77 dias da planta hospedeira pelo inseto (Pelotas, 2011).

Genótipos	Área foliar consumida (cm <sup>2</sup> ) ± EP
Macaca	0,84 ± 0,22 a <sup>1</sup>
Asterix	0,54 ± 0,20 a
BRS Eliza	0,28 ± 0,06 b
C2337-18-02	0,22 ± 0,05 b
C2362-02-02	0,20 ± 0,06 b
BRS Clara	0,20 ± 0,18 b
C2337-06-02	0,12 ± 0,04 b
BRS Ana	0,08 ± 0,03 b
NYL 235-4	0,04 ± 0,06 b
C2342-1-02	0,03 ± 0,04 b
<b>C.V.(%)</b>	<b>7,68</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott.

**Tabela 3.** Média de área foliar ± erro-padrão (EP) de genótipos de batata consumidas por adultos de *Diabrotica speciosa* em testes sem chance de escolha de folíolos, aos 82 dias da planta hospedeira pelo inseto (Pelotas, 2011).

Genótipos	Área foliar consumida (cm <sup>2</sup> ) ± EP
Macaca	1,70 ± 0,29 a <sup>1</sup>
BRS Eliza	0,90 ± 0,21 b
BRS Clara	0,79 ± 0,12 b
Asterix	0,77 ± 0,21 b
NYL 235-4	0,49 ± 0,24 b
C2342-1-02	0,30 ± 0,11 c
C2362-02-02	0,27 ± 0,14 c
C2337-06-02	0,19 ± 0,15 c
C2337-18-02	0,14 ± 0,08 c
BRS Ana	0,05 ± 0,06 c
<b>C.V.(%)</b>	<b>7,37</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott.

#### **4. Caracterização de genótipos de batata quanto à resistência a *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) sob infestação artificial**

Jefferson S Teodoro<sup>1</sup>; José Francisco da S Martins<sup>2</sup>; Ana Paula Schneid A da Rosa<sup>2</sup>; Caroline M Castro<sup>2</sup>; Uemerson S da Cunha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Campus Universitário – Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354 – CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil; jsilveirat1984@gmail.com; uscunha@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado Caixa Postal 403 – CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil; jose.martins@embrapa.br; ana.afonso@embrapa.br; caroline.castro@embrapa.br

#### **Horticultura Brasileira (ISSN 0102-0536)**

##### **RESUMO**

A batata é uma cultura que é atacada por diversas pragas subterrâneas, dentre as quais *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) é considerada a principal. Em face dos indesejáveis usos de inseticidas objetivou-se caracterizar clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto à resistência a *D. speciosa* sob infestação artificial. Efetuaram-se ensaios, em casa-de-vegetação sem chance de escolha, com seis genótipos, sendo quatro clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa (C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02), um clone resistente (NYL235-4) e uma cultivar suscetível (Asterix). Predominaram resultados confirmativos da suscetibilidade da cultivar Asterix e da resistência dos clones NYL 235-4 e C2342-1-02 tanto na parte aérea como nos tubérculos produzidos. Os resultados permitiram ainda evidenciar que o clone NYL 235-4 apresentou também um comportamento de tolerância ao ataque de *D. speciosa* com uma menor porcentagem de perda, juntamente com o C2337-06-02. Também foram obtidos indicativos sobre o comportamento dos clones da Embrapa C2337-06-02 e C2362-02-02, que manifestaram resistência ao ataque da fase jovem do inseto nos tubérculos. Os genótipos de batata derivados da espécie silvestre *S. berthaultii* agregaram caracteres agronômicos

desejáveis tais como: melhor rendimento, número de tubérculos total e comercial (C2337-18-02 e NYL 235-4), boa aparência, formato alongado (C2337-06-02, C2337-18-02 e C2362-02-02), lisura da película (C2362-02-02) e profundidade do olho mais rasa (C2337-18-02, C2362-02-02 e NYL 235-4).

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum*, vaquinha, folhas, tubérculos, resistência de plantas

### **Characterization of potato genotypes for resistance to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae)**

#### **ABSTRACT**

The potato is a crop that is attacked by many pests subterranean, among which *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) is considered the main one. In the face of unwanted uses of insecticides the objective was to evaluate the effect of selected potato genotypes plants resistant with susceptible cultivars according to attack of larvae and adults in the tubers in shoots of *D. speciosa*. They were made tests in a greenhouse without choice, with six genotypes (Asterix, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02, NYL 235-4). Predominated results confirming the susceptibility of the cultivar Asterix and the resistance of clones NYL 235-4 and C2342-1-02 in both the shoot and the tubers produced. The results also show that the NYL 235-4 clone also presented a tolerance to the attack behavior of *D. speciosa* with a lower percentage of loss along with C2337-06-02. Also obtained were indicative of the behavior of clones of Embrapa C2337-06-02 and C2362-02-02, which expressed resistance to the attack of the young stage of the insect in the tubers. The potato genotypes derived from wild species *S. berthaultii* added desirable agronomic traits such as better yield, number of tubers and total trade (C2337-18-02 and NYL 235-4), good appearance, elongated format (C2337-06-02, C2337-C2362 and 18-02, 02-02), skin smoothness (C2362-02-02) and the shallower depth of the eye (C2337-18-02, C2362-02-02 and NYL 235-4).

**Key words:** *Solanum tuberosum*, corn rootworm, leaves, tubers, plant resistance

#### **INTRODUÇÃO**

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no Brasil, sendo o seu cultivo um importante fator de geração de renda e riqueza (Amaral *et al.*, 2012). Há um elevado grau de exigência quanto à qualidade dos tubérculos, envolvendo aspectos culinários como também a integridade da película e da polpa. Nesse contexto, os danos

causados por pragas subterrâneas ao produto praticamente não são tolerados, pois dificultam o processamento industrial (Bonine, 1997).

Dentre as várias espécies de insetos-praga que ocorrem na cultura da batata *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) é considerada a mais prejudicial (Souza *et al.*, 2006). Na fase adulta, conhecida por vaquinha, alimenta-se de folíolos de batata, causando o rendilhamento foliar e conseqüentemente a produção de tubérculos (Lara *et al.*, 2004). Na fase larval, conhecida por larva-alfinete, agindo como praga subterrânea, danifica estolões e causa galerias em tubérculos (Furiatti, 2009). O controle do inseto sistematicamente é feito com inseticidas químicos, aplicados de modo generalizado nos sulcos de plantio ou via pulverizações foliares (Souza *et al.*, 2008).

Frente aos efeitos indesejáveis do uso de inseticidas químicos na cultura da batata, outros métodos de controle de *D. speciosa* têm sido estudados, incluindo a resistência de plantas (Furiatti, 2009). Esse método, entre as vantagens, pode manter a população do inseto em níveis inferiores ao de dano econômico, reduzindo os custos com medidas de controle de pragas e os riscos de prejuízos ambientais (Gonçalves, 2004; Lara *et al.*, 2004). Ainda convém ressaltar que no processo de obtenção de cultivares resistentes a artropódes-pragas são importantes estudos que envolvam os mecanismos e causa da resistência, que podem ser antibiose, antixenose e tolerância, os quais estão associados em *Solanum* spp. a morfologia física, como os tricomas e/ou compostos químicos, como os glicoalcaloides (Fernandes *et al.*, 2012).

Dos fatores de resistência de plantas a insetos utilizados consiste dos tricomas glandulares de folhas, como os existentes em espécies silvestres de *Solanum berthaultii* Hawkes. Tais tricomas, ao liberarem substâncias viscosas adesivas conferem proteção a inúmeros insetos-praga prejudiciais à cultura da batata (França & Tingey, 1994, França *et al.*, 1994), incluindo coleópteros da família Chrysomelidae, como o colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Flanders *et al.*, 1992) e a vaquinha *D. speciosa* (Lara *et al.*, 2000).

Combinar a resistência de espécies silvestres de batata com caracteres agronômicos de espécies cultivadas é um dos esforços de programas de melhoramento genético da cultura. Um dos principais resultados é a cultivar “Prince Hairy” NYL 235-4, resistente a *L. decemlineata*, derivado de cruzamentos com batata silvestre (*S. berthaultii*), o qual perde de três a sete vezes menos produtividade do que genótipos suscetíveis atacados pelo inseto, além de conter boas características agronômicas. O alto grau de resistência do ‘NYL 235-4’ ao

inseto, do tipo não-preferência para alimentação (antixenose), tem sido associada à presença de tricomas glandulares na folhagem (Plaisted *et al.*, 1992).

No Brasil, o clone NYL 235-4 tem sido usado como padrão em estudos da resistência de batata a *D. speciosa* (Lara *et al.*, 2000; Lara *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2006; Furiatti, 2009), inclusive como fornecedor de genes. Nesse contexto, as famílias clonais C2337 e C2362, desenvolvidas pelo programa de melhoramento de batata da Embrapa e contendo genes de NYL 235-4, evidenciaram resistência foliar a *Diabrotica* spp. (Souza *et al.*, 2008). Ao contrário, a cultivar de batata Asterix tem sido utilizada como padrão de suscetibilidade a *D. speciosa* (Salles, 2000).

Experimentos sobre resistência de batata a *D. speciosa* têm sido realizados em casa-de-vegetação com e sem chance de escolha da planta hospedeira pelo inseto; inicialmente, as plantas, em vasos, encobertas por gaiolas de tecido telado, são infestadas com insetos adultos, para avaliação visual (estimativa) da área foliar consumida (Lara *et al.*, 2004), podendo, posteriormente, ser avaliado o índice de danos causados por larvas aos tubérculos (Salles, 2000).

Com base no conhecimento disponível sobre resistência de *Solanum* spp. a *Diabrotica* spp., o objetivo desse trabalho foi caracterizar o comportamento de clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto a resistência a *D. speciosa* sob infestação artificial em casa-de-vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado, em 04 de abril de 2012, em casa-de-vegetação da Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão– RS. Foram considerados seis genótipos, sendo quatro clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa, um clone resistente e uma cultivar suscetível a *D. speciosa* (Tabela 1).

A semeadura dos tubérculos foi realizada em sacos de polietileno, com capacidade de 5 L, contendo turfa Plantmax® como substrato. As plantas (uma/vaso), sob temperaturas variando de 18 a 30 °C foram irrigadas alternadamente a cada dois dias e tratadas, em 08 de junho de 2012, com o fungicida Metalaxyl-M + Mancozeb na dosagem de 250 mL/100 L, para evitar a incidência de doenças como a requeima, causada pelo fungo *Phytophthora infestans*. No período anterior à infestação das plantas, uma armadilha luminosa foi ligada diariamente, ao entardecer, na casa-de-vegetação, para a captura de insetos-praga de ocorrência natural.

Aos 30 dias após a semeadura (30 DAS) as plantas foram dispostas no delineamento de blocos com informação dentro de parcelas com seis repetições, sendo encobertas individualmente por uma gaiola cilíndrica (1,20 m x 0,60 m diâmetro) de arame e tecido telado tipo 'toule'. Cada planta (unidade experimental) foi infestada com cinco casais de *D. speciosa*, portanto sem chance de escolha da planta hospedeira. Esse procedimento foi repetido com todos os genótipos avaliados, porém sem a infestação tanto de adultos como de larvas. Os insetos foram provenientes de criação estoque mantida na Embrapa Clima Temperado, sendo a sexagem realizada conforme descrito por White (1977).

Aos 59 DAS foi estimado visualmente o índice de ataque de adultos de *D. speciosa* aos folíolos de batata, atribuindo notas (% de área consumida) nos terços inferior, médio e superior das plantas. Para tal, foi aplicada a metodologia de Furiatti (2009), que indica as seguintes notas de desfolha: zero= sem desfolha; 1= até 5%; 2= 5 a 10%; 3= 10 a 15 %; 4= 15 a 20 %; 5= 20 a 30 %. No experimento, contudo, foram ainda atribuídas mais duas notas de desfolha: 6= 30 a 45% e 7= superior a 50% (Figura 1).

Aos 70 DAS, para manter a infestação dos genótipos de batata por *D. speciosa*, nas folhas de cada planta, foram liberados mais três casais (adultos) e nas raízes, por meio de um pincel fino umedecido, oito larvas de até 3º instar. O experimento foi concluído em 16/07/12 (103 DAS), quando foi registrado o número de perfurações causadas pelas larvas em todos os tubérculos colhidos em cada planta.

A avaliação dos caracteres agrônômicos seguiu a metodologia descrita por Souza *et al.*, (2005): a aparência de tubérculo foi avaliada segundo a escala, onde 1=aparência ótima (tubérculos atrativos, com coloração clara ou vermelha intensa, lisa, formato alongado e uniforme, olhos rasos, tamanho médio a grande) e 5=aparência péssima (tubérculos de película áspera, olhos profundos, baixa produtividade, formato irregular e outros defeitos); para a uniformidade de tubérculos foi utilizada a escala onde: 1=uniforme (tubérculos com tamanho e formatos uniformes) e 5=desuniforme (tubérculos com diferentes tamanhos e formatos); para a produção total de tubérculos foi realizada a classificação de tubérculos comerciais por meio da mensuração do diâmetro transversal, onde os tubérculos maiores que 45 mm eram considerados comerciais para em seguida proceder a contagem e a pesagem dos mesmos, esta efetuada com o auxílio de uma balança; o peso médio dos tubérculos foi obtido por meio da divisão da produção total pelo número total de tubérculos; para a percentagem de tubérculos comerciais foi utilizada a relação entre o número de tubérculos comerciais e o número total de tubérculos multiplicado por 100; a aspereza da película foi avaliada comparativamente às cultivares testemunhas, por meio da escala: tubérculos com película lisa

receberam nota 1 e com película áspera receberam nota 5 e a profundidade do olho (gema vegetativa) foi avaliada considerando uma escala, onde: 1=olho raso e 5=olho profundo.

O índice de redução de produção (RP %) do peso de tubérculos foi calculado por intermédio da fórmula:  $RP\% = [(S - C) / S] \times 100$ , onde S e C representam respectivamente os valores de peso nas parcelas sem e com infestação de adultos e larvas de *D. speciosa*.

Os dados originais obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa (Genes, v. 7.0) e transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$  ou  $\arcsin \sqrt{x/100}$  sendo as médias comparadas por meio do teste de Scott & Knott a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na condição de sem chance de escolha dos genótipos de batata por adultos de *D. speciosa*, aos 59 DAS, não foram detectadas diferenças significativas quanto à desfolha nos terços inferior e médio das plantas (Tabela 2). Os genótipos diferiram, porém, quanto ao ataque no terço superior das plantas. O clone resistente NYL 235-4 e os clones avançados C2342-01-02 e C2337-18-02 formaram um grupo significativamente menos desfolhado, enquanto os clones C2337-06-02 e C2362-02-02, juntamente com a cultivar Asterix, constituíram o grupo significativamente mais desfolhado. No contexto geral da desfolha, nas três partes das plantas, os clones C2342-01-02 e C2337-18-02 evidenciaram um comportamento de maior grau de resistência, similarmente ao clone resistente NYL 235-4.

As diferenças significativas entre os genótipos de batata quanto à desfolha por *D. speciosa* constatadas aos 59 DAS apenas no terço superior das plantas (Tabela 2), destacando-se o clone NYL 235-4 (padrão de resistência) entre os menos atacados, evidenciaram ter sido esta parte das plantas a mais propícia à avaliação da resistência ao inseto. Essa distinção de melhor diferenciação quanto ao consumo foliar no terço superior das plantas torna-se importante considerando que pode haver variação quanto ao índice de dano em decorrência da idade e da parte atacada das plantas (Cranshaw & Radcliffe, 1980). Ademais, como em testes de preferência para alimentação, sem chance de escolha da planta hospedeira, o inseto pode causar danos consideráveis mesmo a genótipos com características de resistência (Lara, 1991), evidencia-se ainda mais o baixo índice de desfolha dos clones C2342-01-02 e C2337-18-02.

Três grupos de genótipos de batata diferenciaram-se significativamente quanto à perfuração de tubérculos por larvas de *D. speciosa* (Tabela 2). A cultivar Asterix, a mais atacada, confirmou a condição de suscetível ao inseto. O clone C2337-18-02 apresentou um

dano intermediário enquanto os clones C2337-06-02, C2342-01-02, C2362-02-02 e NYL 235-4 manifestaram um comportamento de maior resistência ao ataque de larvas. Observou-se que o clone C2337-18-02, com um índice significativamente menor de desfolha, apresentou um índice intermediário de perfuração dos tubérculos. Esse tipo de comportamento poderia decorrer da inexistência de relação entre os danos nas folhas e tubérculos, ocasionados por adultos e larvas de *D. speciosa* respectivamente (Furiatti, 2009). Por outro lado, plantas de batata submetida a estresse por desfolha, decorrente de diversos fatores, aumentam nos tubérculos a concentração do glicoalcaloide solanina, o qual por ser considerado um inseticida natural para muitas espécies de insetos como *L. decemlineata* e *Empoasca fabae* (Harris) (Hemiptera: Cicadellidae) (Hlywka *et al.*, 1994), pode ter interferido, em diferentes graus, no comportamento dos genótipos avaliados. Portanto, o comportamento do clone C2337-06-02, com um maior e menor índice de desfolha e perfuração dos tubérculos por *D. speciosa* respectivamente (Tabela 2), pode ser resultado de um aumento do teor de alcaloides.

Apesar da possibilidade dos mecanismos de defesa a *D. speciosa* existentes nas folhas e nos tubérculos de batata serem independentes (Souza *et al.*, 2006), é vantajoso identificar genótipos como NYL 235-4 e C2342-1-02 que expressaram o comportamento de resistência em ambas as partes das plantas (Tabela 2).

Os caracteres agronômicos avaliados com e sem a infestação de adultos de *D. speciosa* estão na Tabela 3. O peso médio dos tubérculos de todos os genótipos não apresentou diferença significativa quando foram submetidos ao ataque do inseto, enquanto que, no ensaio sem a praga destacaram-se significativamente os clones C2362-02-02, C2342-1-02, NYL 235-4 e C2337-18-02 formando um grupo com tubérculos mais pesados. O “Asterix” e o “C2337-06-02” formaram outro grupo com menor massa média de tubérculos produzidos.

Para a variável peso total, os genótipos NYL 235-4 e C2337-18-02 foram mais pesados e apresentaram uma produção mais elevada, em média 6,5 tubérculos por planta, quando comparados aos demais genótipos que não apresentaram divergências significativas. Os resultados desse estudo corroboram também com Souza *et al.* (2006) que constataram em condições de campo que os clones NYL 235-4 e NDG 116-20 apresentaram melhor produção total em comparação às cultivares testemunhas Baronesa e Elvira, demonstrando assim a sua boa adaptação às condições de cultivo da região Sul.

Observou-se, porém, um menor crescimento dos tubérculos, valores provavelmente em decorrência do fotoperíodo mais curto que aliado a baixas temperaturas e alta umidade relativa dificultam a expansão da área foliar e conseqüentemente da taxa fotossintética (Andreu, 2005).

Quando o ensaio foi conduzido sem a presença de adultos e larvas de *D. speciosa*, o clone C2337-18-02, com uma produção 150,1 g foi o que apresentou maior peso total não diferindo da cultivar testemunha NYL 235-4 (132,1 g). Os clones C2337-06-02, C2342-1-02, C2362-02-02 estiveram no mesmo grupo da cultivar testemunha Asterix, com uma variação de 78,2 a 108, 2 g de peso. Estes resultados reforçam as observações de Souza *et al.* (2008), que analisando uma população composta de 11 famílias clonais obtidas de combinações realizadas entre clones resistentes a insetos-praga introduzidos dos EUA e clones adaptados a região sul do Brasil, dentre eles C2337 (Whyte Lady/ND140) e C2362 (Cristal/NYL 235-4), ou seja, com os mesmos progenitores dos genótipos C2337-06-2, C2337-18-02, e C2362-02-02, constataram o desempenho intermediário de produção total de tubérculos.

Com relação ao número de tubérculos produzidos por planta (TP) não houve diferença significativa dos genótipos frente ao ataque do inseto, porém, no ensaio sem a infestação destacou-se C2337-18-02 com uma média de 8,0 TP, diferindo significativamente dos demais genótipos que apresentaram um desempenho intermediário.

Souza *et al.* (2008) também observaram que nos caracteres componentes do rendimento, predominou os genitores resistentes da espécie silvestre *S. berthaultii* a *D. speciosa*, o que reforça a hipótese de que em cruzamentos de plantas de batata se faz necessário o direcionamento para aquelas combinações em que a resistência seja transmitida à maior parte das progênes e que o genitor de base adaptada propicie a manutenção da resistência em níveis consideráveis e a elevação dos padrões agrônômicos de qualidade do material em que se está trabalhando (Darmo & Peloquin, 1991).

Na avaliação da produção de tubérculos comerciais, com uma média de mais de 90%, não houve diferença significativa entre os tratamentos, para aqueles conduzidos com infestação artificial de insetos adultos de *D. speciosa*. Quando os genótipos ficaram protegidos contra o ataque dos insetos, os genótipos NYL 235- 4 e C2342-1-02 apresentaram 100% de tubérculos comerciais, diferindo significativamente dos demais genótipos que formaram um grupo intermediário.

No cálculo da redução de produção de tubérculos (RP) entre com e sem infestação observou-se que dentre os materiais avaliados, “C2337-06-02” e “NYL-235-4” apresentaram valores relativamente baixos de RP, apenas 3,2 e 6% respectivamente, diferiram significativamente dos outros genótipos, enquanto que C2341-1-02, C2337-18-02 e C2362-02-02, juntamente com Asterix, formaram outro grupo com maiores perdas. Assim os clones C2341-1-02 e C2337-18-02 que haviam manifestado resistência do tipo não-preferência a alimentação (antixenose) (Tabela 2), quando avaliado sob o aspecto da tolerância ao ataque

do inseto apresentaram um comportamento de suscetibilidade. Isto pode ter acontecido devido à uma preferência de oviposição do inseto por determinadas cultivares, em decorrência de diversos aspectos, como descritos por (Lara, 1991). Além do mais, segundo Furiatti (2009), a cultura da batata tem plantas com alta capacidade de rebrota, o que permite que elas tolerem altos níveis de desfolha durante o seu desenvolvimento, sem que haja reduções significativas na produção de tubérculos.

Para os caracteres agronômicos avaliados (Tabela 4) pode-se observar que a cultivar Asterix e o clone C2337-06-02 apresentaram uma aparência intermediária dos tubérculos, diferindo significativamente dos demais genótipos que tiveram um comportamento visualmente inferior nesse caracter, inclusive da cultivar NYL 235-4, altamente resistente ao ataque de larva-alfinete.

Quando não ocorreu infestação dos insetos adultos de *D. speciosa* nos genótipos, houve diferença significativa para o caracter aparência dos tubérculos para os genótipos Asterix, NYL 235-4, C2337-06-02 e C2337-18-02 que apresentaram uma aparência ótima quando comparados aos genótipos C2342-1-02 e C2362-02-02. Embora a aparência geral seja um caráter subjetivo e dependente da experiência do melhorista, no outono, a média para aparência diminui conforme as condições climáticas tornam-se adversas para o normal desenvolvimento do cultivo da batata (Andreu, 2005).

No aspecto uniformidade dos tubérculos quando os materiais foram submetidos ao ataque do inseto não apresentaram diferença significativa, porém, sem a infestação de *D. speciosa*, os clones C2337-06-02, C2337-18-02 e C2362-02-02 formaram tubérculos com tamanho e formato mais alongados, diferindo significativamente dos demais materiais, que apresentaram formato arredondado, inclusive dos cultivares testemunhas Asterix e NYL 235-4.

O aspecto aspereza da película que tem grande influência na aparência do tubérculo e por consequência na aceitação comercial do mercado “in natura” pelos consumidores, que dão preferência aos tubérculos lisos e brilhantes em detrimento aos ásperos (Pereira, 2003; Souza *et al.*, 2008). Em relação a este caracter se observou um comportamento constante, onde todos os genótipos apresentaram uma película mais áspera. Em relação às plantas conduzidas sem a infestação de *D. speciosa* destacou-se o clone C2337-06-02 que apresentou tubérculos mais lisos em comparação aos outros genótipos que não diferiram significativamente das cultivares testemunhas com tubérculos mais ásperos. Furomoto (1997) ressalta que a textura da pele, apesar de ter alta herdabilidade, é uma característica altamente afetada pelas variações ambientais como a umidade, tipo de solo e doenças, o que poderia estar relacionado com as

observações efetuadas nesse estudo.

Outro componente importante da aparência de tubérculo é a profundidade de olho, onde em relação a este caractere destacou-se significativamente o clone C2362-02-02, o qual apresentou olhos menos profundos em relação aos demais materiais. Já quando as plantas não foram infestadas artificialmente os genótipos NYL 235-4, C2337-18-02 e C2362-02-02 formaram um grupo onde todos os genótipos apresentaram olhos menos profundos, diferindo significativamente dos outros genótipos que formaram outro grupo apresentando uma profundidade de olho mais profundas. De acordo com Souza *et al.* (2006) é possível selecionar, nas condições sul brasileira, clones introduzidos com altos níveis de resistência ao ataque de insetos-praga e caracteres agronômicos aceitáveis.

Além do mais, segundo Kalazich & Plaisted (1991) clones resistentes provenientes de cruzamentos entre *S. tuberosum* e as espécies silvestres agregam inúmeras cargas genéticas que são indesejáveis do ponto de vista agrônomo, como por exemplo, tubérculos com película áspera, olhos muito profundos, baixa produtividade, formato irregular e outros defeitos. Para Andreu (2005) características como formato do tubérculo e profundidade do olho apresentam consistência tanto nas condições de outono como na de primavera, porque podem ser caracteres fortemente ligados ao genótipo, o que permitiria uma maior eficiência com a seleção em qualquer época de cultivo ou fase do melhoramento.

De um modo geral, as metodologias de infestação artificial de plantas e tubérculos de batata, em casa-de-vegetação, com adultos e larvas de *D. speciosa*, sem chance de escolha do genótipo hospedeiro, mostrou-se eficiente para avaliar o comportamento de clones e cultivares frente ao ataque do inseto. Isso porque predominaram resultados confirmativos da suscetibilidade da cultivar Asterix e da resistência dos clones NYL 235-4 e C2342-1-02 tanto na parte aérea como nos tubérculos produzidos. Os resultados permitiram ainda evidenciar que o clone NYL 235-4 também apresentou um comportamento de tolerância ao ataque de *D. speciosa* com uma menor porcentagem de perda, juntamente com o C2337-06-02. Outro aspecto positivo foi em relação ao comportamento dos clones da Embrapa C2337-06-02 e C2362-02-02, cujos tubérculos manifestaram resistência à larva-alfinete. Somando-se a isso, os genótipos de batata derivados da espécie silvestre *S. berthaultii* agregaram caracteres agronômicos desejáveis tais como: melhor rendimento, número de tubérculos total e comercial (C2337-18-02 e NYL 235-4), boa aparência, formato alongado (C2337-06-02, C2337-18-02 e C2362-02-02), pele lisa (C2362-02-02) e profundidade do olho mais rasa (C2337-18-02, C2362-02-02 e NYL 235-4).

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao CAPES, pela bolsa, e a Embrapa Clima Temperado pelo fornecimento de sementes e estrutura para realização dos ensaios.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL AO; GUTH SC; MOTTA MEV; CAMARGO ME; MEGEGOTTO MLA; PACHECO MTM. 2012. A viabilidade econômica da cultura da batata. *Custos e @gronegocio online*, 8:15-43.
- ANDREU MA. 2005. Associação entre características agronômicas da batata nos plantios de primavera e outono no Rio Grande do Sul. *Ciência e Agrotecnologia*, 29:925-929.
- BONINE DP. 1997. *Suscetibilidade de cultivares de batata (Solanum tuberosum L.) à Diabrotica speciosa (Germ.) (Coleoptera:Chrysomelidae) e ocorrência de outras pragas subterrâneas*. Pelotas: UFPel. 59p. (Dissertação mestrado).
- CRANSHAW WS; RADCLIFFE EB. 1980. Effect of defoliation on yield of potatoes. *Journal of Economic Entomology*, 73:131-4.
- DARMO E; PELOQUIN SJ. 1991. Use of 2x tuberosum haploid-wild species hybrids to improve yield and quality in 4x cultivated potato. *Euphytica*, 53:1-9.
- FERNANDES MES; FERNANDES FL; SILVA DJH; PIKANÇO MC; JHAMIC GN; CARNEIRO PC; QUEIROZ RB. 2012. Trichomes and hydrocarbons associated with the tomato plant antixenosis to the leafminer. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84:201-210.
- FLANDERS KL; HAWKES JG; RADCLIFFE, EB; LAUER, FI. 1992. Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defenses, and eco geographical associations. *Euphytica*, 61:83-111.
- FRANÇA FH, TINGEY WM. 1994. Influence of light level on performance of the colorado potato beetle on *Solanum berthaultii* L. and on resistance expression in *S. berthaultii* Hawkes. *Journal of American Society Horticultural Science*, 119:915-919.
- FRANÇA FH; PLAISTED RL; ROUSH RT; VIA S; TINGEY WM. 1994. Selection response of the colorado potato beetle for adaptation to the resistant potato, *Solanum berthaultii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 73:101-109.
- FURIATTI RS. 2009. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 7:101-107.
- FUROMOTO O. 1997. Épocas de plantio. In: LOPES CA; BUSO JA. (eds) *Cultivo da batata (Solanum tuberosum L.): instruções técnicas Embrapa hortaliças*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/ Embrapa Hortaliças. p. 9-10.

GONÇALVES MC. 2004. *Avaliação de clones e cultivares de batata (Solanum tuberosum L.) para resistência a crisomelídeos que causam danos às folhas e tubérculos*. Brasília: UnB. 65p. (Dissertação mestrado).

HLYWKA JJ; STHEPHENSON GR; SEARS MK; YADA RY. 1994. Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42:2545-2550.

KALAZICH JC; PLAISTED RL. 1991. Association between trichome characters and agronomic traits in *Solanum tuberosum* L. x *Solanum berthaultii* (Hawkes) hybrids. *American Potato Journal*, 68:833-847.

LARA FM. 1991. *Princípios de Resistência de Plantas a Insetos*. São Paulo: Ícone Editora. 336p.

LARA FM; POLETTI M; BARBOSA JC. 2000. Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae). *Ciência Rural*, 30:927-931.

LARA FM; SCARANELLO AL; BALDIN ELL; BOIÇA JÚNIOR AL; LOURENÇÃO AL. 2004. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. *Horticultura Brasileira*, 22:761-765.

PEREIRA AS. 2003. Melhoramento genético. In. PEREIRA AS; DANIELS JO. (eds). *Cultivo da Batata na Região Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 105-123.

PLAISTED RL; TINGEY WM; STEFFENS JC. 1992. The germplasm release of NYL 235-4, a clone with resistance to the colorado potato beetle. *American Potato Journal*, 69:843-846.

PROGRAMA GENES. 2009. *Aplicativo computacional em genética e estatística v.7.0*. [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm) 2010., acesso em outubro de 2012.

SALLES LAB. 2000. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. *Ciência Rural*, 30:205-209.

SOUZA VQ; PEREIRA AS; FRITCHE NETO R; SILVA GO; OLIVEIRA AC. 2005. Potential of selection among and within potato clonal families. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 5:199-206.

SOUZA VQ; PEREIRA AS; SILVA GO; CARVALHO FIF. 2006. Correlation between insect resistance and horticultural traits in potatoes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6:278-284.

SOUZA VQ; PEREIRA AS; SILVA GO; CARVALHO FFI; OLIVEIRA AC. 2008. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 11:69-73.

WHITE R. 1977. Sexual characters of species of *Diabrotica* (Chrysomelidae: Coleoptera). *Annals Entomological Society American*, 70:168.

## TABELAS

**Tabela 1.** Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de *Diabrotica speciosa*. (Capão-do-Leão, 2012).

Genótipo	Origem	Reação ao inseto	Referência
Asterix	Cardinal x SVPVe 709	Suscetível	Salles (2000)
C2337-06-02 <sup>1</sup>	White Lady x N-140*	Desconhecida	S/informação
C2337-18-02 <sup>1</sup>	White Lady x N-140	Desconhecida	S/informação
C2342-01-02 <sup>1</sup>	BP-1 x N-140	Desconhecida	S/informação
C2362-02-02 <sup>1</sup>	Cristal x NYL 235-4	Desconhecida	S/informação
Cv. "Prince Hairy" NYL 235-4	K421-1 x H266-2	Resistente	Plaisted <i>et al.</i> (1992); Furiatti (2009)

<sup>1</sup>Genótipos desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de batata da Embrapa.

\*N-140: Oriunda da Universidade de Cornell, com *Solanum berthaultii* na sua genealogia.

**Tabela 2.** Notas atribuídas à desfolha transformadas em  $\sqrt{x + 0,5}$ , nos terços inferior (TI), médio (TM) e superior (TS), aos 59 dias após a emergência, provocada por infestação artificial de adultos e número de orifícios nos tubérculos (NFT), aos 103 dias pós plantio  $\pm$  erro-padrão (EP), provocado pela larva-alfinete de *Diabrotica speciosa*, em seis genótipos de batata em casa-de-vegetação (Capão-do-Leão, 2012).

Genótipo	TI $\pm$ EP	TM $\pm$ EP	TS $\pm$ EP	M. Geral $\pm$ EP	NFT $\pm$ EP
NYL 235-4	1,8 $\pm$ 0,35 a A <sup>1</sup>	1,8 $\pm$ 0,37 a A	2,2 $\pm$ 0,39 b C	2,3 $\pm$ 0,34 b	12,0(n:6,5) <sup>2</sup> $\pm$ 1,8 c
C2342-1-02	1,6 $\pm$ 0,20 a A	2,6 $\pm$ 0,22 a A	3,2 $\pm$ 0,25 b B	2,9 $\pm$ 0,24 b	31,0(n:3,2) $\pm$ 4,2 c
C2337-18-02	2,5 $\pm$ 0,33 a A	2,7 $\pm$ 0,33 a A	3,4 $\pm$ 0,34 b B	3,3 $\pm$ 0,26 b	50,8(n:6,7) $\pm$ 4,8 b
C2337-06-02	2,4 $\pm$ 0,61 a A	2,7 $\pm$ 0,54 a A	4,1 $\pm$ 0,20 a A	3,7 $\pm$ 0,28 a	18,0(n:3,5) $\pm$ 3,5 c
Asterix	2,1 $\pm$ 0,22 a A	3,1 $\pm$ 0,13 a A	4,3 $\pm$ 0,19 a A	4,2 $\pm$ 0,19 a	81,8(n:5,0) $\pm$ 3,3 a
C2362-02-02	2,3 $\pm$ 0,46 a A	2,6 $\pm$ 0,32 a A	4,7 $\pm$ 0,29 a A	4,2 $\pm$ 0,29 a	25,8(n:4,7) $\pm$ 4,3 c
<b>Média</b>	2,1	2,6	3,7	3,4	36,5
<b>CV(%)</b>	16,97	12,59	8,32	8,25	20,14

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott & Knott.

<sup>2</sup> Média de tubérculos avaliados. Escala de notas zero= sem desfolha; 1= até 5%; 2= 5 a 10%; 3= 10 a 15 %; 4= 15 a 20 %; 5= 20 a 30 %; 6= 30 a 45% e 7= superior a 50%.

**Tabela 3.** Genótipos de batata avaliados com e sem infestação (CI e SI) de *Diabrotica speciosa* em condições de casa-de-vegetação e média dos tratamentos para as variáveis: peso médio (PM) (g), produção total (PT) (g), redução de produção (RP) (%), n° tubérculos totais (NTT) e % tubérculos comerciais (%TC) ± erro-padrão (EP) (Capão-do-Leão, 2012).

Genótipos	PM (g)		PT (g)		RP (%) ± EP	NTT		%TC	
	CI± EP	SI± EP	CI± EP	SI± EP		CI± EP	SI± EP	CI± EP	SI± EP
<b>Asterix</b>	13,6±3,1 a A <sup>1</sup>	14,5±1,3 b A	62,1(n:30) <sup>2</sup> ±10,6 b A	78,2 (n:33) ±6,8 b A	20,6 ±15,9 a	5,0 ±0,5 a A	5,7 ±0,4 b A	82,8 ±6,1 a A	87,8 ±3,9 b A
<b>C2337-06-02</b>	29,9 ±10,5 a A	18,3 ±2,9 b A	83,7 (n:21) ±16,9 b A	86,5 (n:30) ±15,3 b A	3,2 ±2,7 b	3,5 ±0,5 a A	4,8 ±0,7 b A	92,5 ±4,8 a A	88,5 ±5,5 b A
<b>C2362-02-02</b>	18,2 ±3,5 a A	21,8 ±11,8 a A	76,8 (n:28) ±3,1 b A	101,8(n:31) ±8,0 b A	24,6 ±17,9 a	4,7 ±0,8 a A	4,6 ±0,8 b A	94,4 ±5,6 a A	93,3 ±9,0 b A
<b>C2342-1-02</b>	31,8 ±3,8 a A	29,1 ±3,4 a A	95,2(n:19) ±4,2 b A	108,2(n:24) ±9,0 b A	12,0 ±4,5 a	3,2 ±0,3 a A	4,7 ±0,6 b A	95,8 ±4,2 a A	100,0 ±0,0 a A
<b>NYL 235-4</b>	29,3 ±7,9 a A	22,4 ±4,3 a A	124,2 (n:39) ±3,3 a A	132,1(n:36) ±10,2 a A	6,0 ±3,3 b	6,5 ±1,7 a A	6,0 ±0,3 b A	84,2 ±9,1 a A	100,0 ±1,2 a A
<b>C2337-18-02</b>	19,5 ±2,0 a A	18,8 ±5,9 a A	127,5(n:40) ±12,5 a A	150,1 (n:48) ±17,1 a A	15,1 ±5,6 a	6,7 ±0,6 a A	8,0 ±0,0 a A	91,5 ±3,9 a A	87,5 ±4,0 b A
<b>Média Geral</b>	23,7	20,8	94,9	109,5	13,6	4,9	5,6	90,2	92,8
<b>CV(%)</b>	30,41	29,29	14,41	24,52	18,05	19,91	24,09	20,02	11,34

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott & Knott.

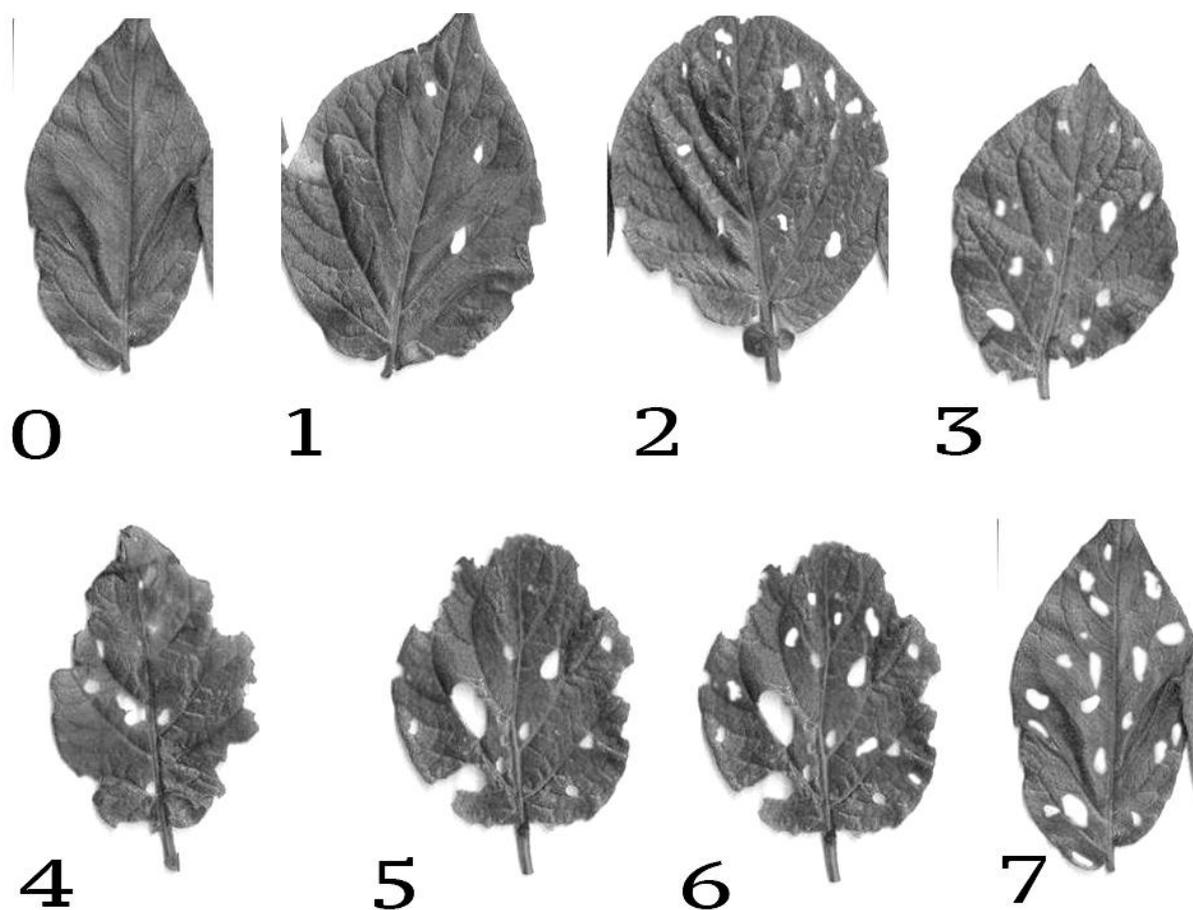
<sup>2</sup> Média de tubérculos avaliados.

**Tabela 4.** Aparência (A), uniformidade (U), aspereza da película (AP) e profundidade de olho (PO)  $\pm$  erro-padrão (EP) de genótipos de batata com e sem infestação (CI e SI) de *Diabrotica speciosa* em casa-de-vegetação (Capão-do-Leão, 2012).

Genótipos	A		U		AP.		PO	
	CI $\pm$ EP	SI $\pm$ EP	CI $\pm$ EP	SI $\pm$ EP	CI $\pm$ EP	SI $\pm$ EP	CI $\pm$ EP	SI $\pm$ EP
<b>Asterix</b>	3,0 $\pm$ 0,9 b A <sup>1</sup>	2,3 $\pm$ 0,8 b A	3,0 $\pm$ 0,9 a A	3,0 $\pm$ 0,9 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	3,0 $\pm$ 0,9 a A
<b>NYL235-4</b>	5,0 $\pm$ 0,0 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	3,7 $\pm$ 0,8 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A
<b>C2337-06-02</b>	2,3 $\pm$ 0,8 b A	1,7 $\pm$ 0,7 b A	2,3 $\pm$ 0,8 a A	1,7 $\pm$ 0,7 b A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	1,7 $\pm$ 0,7 b A	2,3 $\pm$ 0,8 a A	2,3 $\pm$ 0,8 a A
<b>C2337-18-02</b>	5,0 $\pm$ 0,0 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	3,7 $\pm$ 0,8 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A
<b>C2342-1-02</b>	5,0 $\pm$ 0,0 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	4,3 $\pm$ 0,7 a A	2,3 $\pm$ 0,8 a A
<b>C2362-02-02</b>	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	3,0 $\pm$ 0,9 a A	2,3 $\pm$ 0,8 b A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	5,0 $\pm$ 0,0 a A	1,7 $\pm$ 0,7 a A	1,0 $\pm$ 0,0 b A
<b>Média Geral</b>	4,2	2,6	3,7	2,7	4,9	4,3	3,5	1,8
<b>CV(%)</b>	16,19	22,49	23,66	27,31	8,07	11,99	25,02	29,85

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott & Knott. A- aparência de tubérculo: 1=ótima e 5=péssima; U- uniformidade de tubérculo: 1=uniforme e 5=desuniforme; AP- aspereza de película: 1= película lisa e 5= película áspera; PO- profundidade do olho: 1= olho raso e 5= olho profundo.

## FIGURAS



**Figura 1.** Escala de notas de desfolha (% de área consumida) de folíolos de batata, sendo zero=sem desfolha; 1=até 5%; 2= 5 a 10%; 3= 10 a 15%; 4= 15 a 20%; 5= 20 a 30%; 6= 30 a 45% e 7= superior a 50%.

## 5. Reação de genótipos de batata à infestação natural de adultos e larvas de

*Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae)

Reaction of potato genotypes to natural infestation of adults and larvae of *Diabrotica*

*speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae)

Jefferson Silveira Teodoro<sup>I\*</sup> José Francisco da Silva Martins<sup>II</sup> Ana Paula Schneid

Afonso da Rosa<sup>II</sup> Caroline Marques Castro<sup>II</sup> Uemerson Silva da Cunha<sup>I</sup>

I\*Universidade Federal de Pelotas-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Campus Universitário – Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354 – CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: jsilveirat1984@gmail.com. Autor para correspondência

II<sup>Embrapa</sup> Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

**Ciência Rural** (ISSN 0103-8478)

### RESUMO

A vaquinha, *Diabrotica speciosa* é considerada praga-chave para a cultura da batata causando dano na parte aérea e também nos tubérculos. Dessa forma, o ataque da praga reduz o valor comercial além da consequente queda na produção. No contexto de estudos de resistência da planta ao inseto objetivou-se avaliar a comportamento de genótipos de batata diferenciados quanto à reação ao ataque de adultos e larvas de *D. speciosa*, em condição de campo. Instalou-se um ensaio com chance de escolha, com seis genótipos (Asterix, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02, NYL235-4), e sob infestação natural do inseto. Aos 57 dias após a semeadura (DAS) foi registrado o índice de ataque foliar (IAF) e o número

de orifícios causados por larvas nos tubérculos foi efetuado, na colheita (aos 106 DAS). Evidenciou-se um comportamento de suscetibilidade para o genótipo Asterix e de resistência, do tipo não-preferência para a alimentação de adultos de *D. speciosa*, para os demais genótipos. Os clones C2337-06-02 e C2337-18-02 formaram o grupo de genótipos com maior número de perfuração nos tubérculos, evidenciando não haver uma relação entre os danos causados pelo inseto às folhas e aos tubérculos de batata. Os demais clones da Embrapa (C2342-01-02 e C2362-02-02), a cultivar Asterix e o clone NYL 235-4, foram os genótipos com menor registro de perfuração de tubérculos.

**Palavras-chave:** vaquinha, *Solanum tuberosum*, folha, tubérculo, resistência de plantas.

## ABSTRACT

The corn rootworm, *Diabrotica speciosa*, is considered a key pest of potato causing damage in the leaves, with consequent decrease in tuber yield, as well as in the tubers, reducing its commercial value. In the context of studies of plant resistance to insect this study was performed aiming to evaluate the behavior of several potato genotypes to the attack of adults and larvae of *D. speciosa* in leaves and potato tubers. Under field conditions was settled a free-choice essay, with natural occurrence of the insect, and with six genotypes (Asterix, C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-1-02, C2362-02-02, NYL 235-4). At 57 days after planting (DAP) was recorded attack index in leaves (IAF) and the number of holes caused by larvae was evaluated in the tubers at harvest (106 DAP). The results indicated the susceptibility of the genotype Asterix and the resistance of other genotypes based on non-preference for feeding by adults of *D. speciosa*. Clones C2337-06-02 and C2337-18-02 formed the group with the highest rate of perforation in the tubers, showing no relation between the damage caused by insect to leaves and potato tubers. The other Embrapa clones

(C2342-01-02 and C2362-02-02), cultivar Asterix and clone NYL 235-4, were the genotypes with lower rate of perforation in the tubers.

**Key words:** corn rootworm, *Solanum tuberosum*, leaf, tuber, plant resistance

## INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das mais importantes culturas no mundo, superada em produção, em termos de consumo humano, apenas pelo arroz e o trigo (CIP, 2010). A qualidade dos seus tubérculos e a sua produtividade dependem basicamente da condução da cultura, no que diz respeito à adubação, irrigação, tratos culturais, controle fitossanitário, e clima (HENZ, 2004).

No manejo fitossanitário da bataticultura no Brasil, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) é considerado um inseto polífago, sendo que o adulto predomina como praga-chave da cultura na safrinha, danificando folhas e hastes de plantas e causando redução da área foliar e conseqüentemente na produção, além de favorecer o aparecimento de doenças, especialmente viroses (COSTA & BATISTA, 1979; RIBEIRO et al., 1996; GRÜTZMACHER & LINK, 2000; LARA et al., 2004; SILVA et al., 2010).

Um desfolhamento de cerca de 70% de plantas de batata por *D. speciosa*, nas fases inicial de crescimento, formação de tubérculos e floração, poderá causar perdas significativas de produtividade. Entretanto, se a desfolha for de até 33% ou ocasionada após a completa formação dos tubérculos, poderá ocorrer uma compensação de produtividade decorrente da alta capacidade de rebrota das plantas (CRANSHAW & RADCLIFFE, 1980; NURMBERG et al., 1999; IRIGOYEN et al., 2011). Além dos problemas ocasionados pelos adultos, as larvas, comumente denominadas “larva-alfinete”, danificam os tubérculos desde o início da tuberização, reduzindo o valor comercial em razão de sua aparência “alfinetada” (FURIATTI, 2009).

O controle de *D. speciosa* no Brasil, tanto de adultos como de larvas, é baseado, quase que exclusivamente, no emprego de inseticidas (VARGAS et al., 2004), de modo que, o controle de adultos tem-se mostrado pouco eficiente, pois dada a polifagia, o inseto se dispersa com facilidade nos cultivos, o que leva a frequentes reinfestações devido ao aumento populacional da praga (MICHELI, 2005). Da mesma forma, o controle preventivo de larvas, através do tratamento de sementes, também tem sido considerado ineficaz, por não apresentar persistência no solo para assegurar proteção adequada ao sistema radicular (ÁVILA & NAKANO, 1999).

Outros métodos podem ser utilizados para evitar danos de *D. speciosa* em batata tais como rotação de culturas, controle biológico e cultivares resistentes. O uso de cultivares resistentes apresenta uma série de vantagens como não interferir em práticas agrícolas e proporcionar uma satisfatória eficiência de controle, além de não elevar os custos de produção e causar desequilíbrios ambientais, pois a soma relativa de qualidades genéticas das plantas interferem no índice de danos causados pelo inseto (PAINTER, 1951; BALDIN & LARA, 2001).

O gênero *Solanum* possui uma vasta diversidade natural, incluindo um grande número de características das plantas que conferem resistência a insetos considerados pragas da cultura. Os dois fatores de resistência mais comumente explorados em batata são os glicoalcaloides e tricomas glandulares (GRAFIUS & DOUCHES, 2008).

Os glicoalcaloides são toxinas naturais encontradas nas plantas de batata, durante todo o ciclo biológico, em todas suas partes, inclusive nos tubérculos. Essas toxinas, como muitos metabólitos secundários, atuam na defesa química da planta, como protetores gerais, não específicos ou repelentes a insetos-praga, sendo os mais comuns a  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina, os quais juntos compreendem 95% desse tipo de substâncias presentes na batata e seu limite máximo permitido, de acordo com Food Department of Agriculture, nos EUA, para consumo

humano é 20 mg/100 g de peso fresco de tubérculos (HLYWKA et al., 1994; LACHMAN et al., 2001). Os tricomas glandulares presentes em folhas de plantas de batata, ao se romperem, liberam substância viscosa e adesiva que afetam a mobilidade e alimentação de insetos, podendo causar a morte (GREGORY et al., 1986).

Estudos sobre a resistência de batata a adultos de *D. speciosa* tem sido baseados na hipótese de que há uma relação direta entre o índice de alimentação e de oviposição nas folhas (BONINE, 1997). Nesse contexto, experimentos sobre resistência de batata a *D. speciosa* têm sido realizados em campo, expondo as plantas à infestação natural, avaliando índices de ataque de adultos e larvas às folhas e a tubérculos respectivamente (SOUZA et al., 2005, 2006, 2008), sendo que os danos causados pelo inseto às folhas de batata também tem sido avaliados por meio de notas inerentes à porcentagem de área consumida (FURIATTI, 2009).

Com base no conhecimento disponível sobre resistência de *Solanum* spp. a *Diabrotica* spp., o objetivo desse trabalho foi caracterizar a reação de genótipos avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto ao ataque de *D. speciosa* sob infestação natural no campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo na primavera, instalado em 02/09/11 na Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas-RS a 31°52'00'' de latitude sul e 52°21'24'' W de longitude, e uma altitude de cerca de 60 m. O solo, do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, foi adubado, no plantio, com 2000 Kg.ha<sup>-1</sup> de NPK (5-20-10) no sulco, sem irrigação, e incluiu seis genótipos (quatro clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa, um clone resistente e uma cultivar suscetível a *D. speciosa*) conforme indicados na Tabela 1. As condições meteorológicas foram de baixa pluviosidade, 61 mm, e temperatura cerca de 18,4 °C (CEMETRS, 2011).

Foi aplicada a metodologia de chance de escolha da planta hospedeira pelo inseto, sob o delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. As parcelas experimentais consistiram de seis plantas (uma de cada genótipo) distribuídas em duas fileiras (espaçamento= 0,8 m) com três plantas (espaçamento= 0,5 m). Adotaram-se as recomendações técnicas para o cultivo de batata na região Sul do Rio Grande do Sul (PEREIRA et al., 2005), porém, excluindo as aplicações de inseticidas no solo e na parte aérea das plantas. Para maximizar a infestação de *D. speciosa* nas plantas de batata, a área do experimento foi cercada com a cultivar Catucha, a qual apresentou suscetibilidade a *D. speciosa* (SALLES, 2000). Aos 57 dias após o semeadura (DAS) foi registrado o índice de ataque foliar (IAF) seguindo metodologia descrita por Souza et al. (2006), sendo IAF= (número de folíolos atacados/número total de folíolos) x100. O número de orifícios causados por larvas nos tubérculos foi registrado por ocasião da colheita, aos 106 DAS.

Os dados originais obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa GENES (CRUZ, 2010) e transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$  ou arc sen  $\sqrt{x/100}$  sendo as médias comparadas por meio do teste de Scott & Knott a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento de campo, com infestação natural de *D. speciosa*, dois grupos de genótipos de batata diferenciaram-se significativamente quanto ao índice de ataque às folhas. Apenas a cultivar Asterix, suscetível ao inseto, compôs o grupo mais atacado. Os clones C2337-06-02, C2337-18-02, C2342-01-02, C2362-02-02 formaram o grupo menos atacado, juntamente ao clone NYL 235-4, reconhecidamente resistente ao inseto (Tabela 2).

A falta de uma maior discriminação entre os genótipos avaliados no campo quanto ao índice de ataque de *D. speciosa* às folhas pode ter decorrido da idade na qual as plantas foram

avaliadas (57 DAS). Segundo Lara (1991) a manifestação da resistência a insetos pode ser condicionada pela idade fisiológica das plantas e parte infestada, como também pela quantidade de insetos a que ficam expostas, podendo ocorrer distintas reações ao ataque. Nesse contexto, avaliação do efeito de desfolha de genótipos de batata por *D. speciosa*, em condições de campo, indicou diferenças significativas apenas aos 29 DAS; aos 36 e 42 DAS os genótipos não diferiram (FURIATTI, 2009). Em outro estudo, os clones NYL 235-4 e ND 140, com resistência a *D. speciosa*, associada à tricomas glandulares provenientes de *Solanum berthaultii* (Hawkes), e o clone ND 5873-35, com resistência ao mesmo inseto baseada em leptinas provenientes de *Solanum chacoense* Bitt., apresentaram altos índices de resistência à desfolha aos 60 DAP (SOUZA et al., 2006).

Dois grupos de genótipos de batata diferenciaram-se significativamente, quanto à perfuração de tubérculos por larvas de *D. speciosa* (Tabela 2). Os clones C2337-06-02 e C2337-18-02 formaram o grupo de genótipos com maior número de orifícios nos tubérculos, apesar de comporem o grupo de genótipos menos desfolhados pelo inseto. Isso evidencia mais uma vez que nem sempre há uma relação direta entre os danos causados por *D. speciosa* às folhas e aos tubérculos de batata (FURIATTI, 2009). Os demais clones da Embrapa (C2342-01-02 e C2362-02-02), as cultivares Asterix e NYL 235-4, respectivamente suscetível e resistente à *D. speciosa*, foram os genótipos com menor registro de perfuração de tubérculos.

Um menor índice de ataque nos tubérculos do clone NYL 235-4 por larvas de *D. speciosa* (Tabela 2) corrobora resultados de outras avaliações da resistência de genótipos de batata ao inseto (SARGO et al., 1999; LARA et al., 2000 e 2004). Contudo, o enquadramento da cultivar Asterix no grupo de genótipos com menor perfuração de tubérculos contraria resultados anteriores, quando foi caracterizada como suscetível ao ataque de larvas de *D. speciosa*, os quais foram conduzidos sob infestação artificial de adultos do inseto em gaiolas teladas (SALLES, 2000). Esse comportamento diferenciado da cultivar Asterix estaria

associado a inúmeros fatores, de difícil controle, que podem ocorrer em experimentos de campo e interferir na expressão da resistência de determinados genótipos. Nesse sentido, há evidências de que em situações de alta concentração de clones resistentes, numa determinada área, pode ocorrer alterações na distribuição espacial da população de insetos-praga, acarretando efeitos de possível reação de escape, caracterizando uma pseudo-resistência por clones suscetíveis (SOUZA et al., 2006).

Por outro lado, todos os clones avançados do programa de melhoramento da Embrapa mostraram resistência foliar comparável ao “NYL 235-4”, ou seja, possuem na sua genealogia fonte de resistência foliar (N-140 e NYL 235-4), o que comprova ser herdado nas suas progênies. Já nos tubérculos não houve esse comportamento, o que também é esperado, considerando como fonte de resistência os tricomas glandulares existentes nas espécies selvagens *S. berthaultii*.

De um modo geral, a metodologia de infestação natural de plantas e tubérculos de batata, em condições de campo, com chance de escolha, não mostrou eficiência para avaliar o comportamento de clones e cultivares frente ao ataque do inseto, sendo necessário o seu aprimoramento. Isso porque predominaram resultados confirmativos da suscetibilidade da cultivar Asterix e da resistência do clone NYL 235-4, como também foram obtidos indicativos sobre o comportamento dos clones da Embrapa C2342-1-02 e C2362-02-02 que evidenciaram resistência foliar e à perfuração de tubérculos por adultos e larvas de *D. speciosa*. Porém, é necessário evitar ao máximo possível a influência de fatores que, principalmente no campo, podem alterar o comportamento de genótipos de batata quando expostos à infestação da praga (SOUZA et al., 2006), buscando um maior sincronismo entre os resultados gerados pelo método de avaliação.

## CONCLUSÕES

Os clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa C2342-1-02 e C2362-02-02 evidenciam resistência foliar e à perfuração de tubérculos por adultos e larvas de *D. speciosa* em condições de infestação natural, respectivamente.

## AGRADECIMENTO

Os autores expressam seus agradecimentos ao CAPES, pela bolsa, e a Embrapa Clima Temperado pelo fornecimento de sementes e estrutura para realização dos ensaios.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, C.J. NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.2, 1999. Disponível em <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-80591999000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-80591999000200012)>.

Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S0301-80591999000200012

BALDIN, E.L.L.; LARA, F.M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p.675-679, 2001. Disponível em <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2001000400024&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2001000400024&script=sci_arttext)>

Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S1519-566X2001000400024

BONINE, D.P. Suscetibilidade de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) à *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera:Chrysomelidae) e ocorrência de outras pragas subterrâneas. 1997. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

CEMETRS- Centro Estadual de Meteorologia. **Boletim meteorológico do Estado do Rio Grande do Sul**. 2011. Disponível em <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/>> Acesso em: fevereiro de 2013.

CIP- Centro Internacional de La Papa. Agricultural research for development. **Facts and figures about potato**. 2010. Disponível em <<http://cipotato.org/potato/publications/pdf/005449.pdf>> Acesso em: fevereiro de 2013.

COSTA, C.L.; BATISTA, M.F. Viroses transmitidas por coleópteros no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, v. 4, n. 2, p. 177-179, 1979.

COSTA, D.M. da; LOPES, N.F. Período e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Ceres*, v. 28, p. 530-545, 1981.

CRANSHAW, W.S.; RADCLIFFE, E.B. Effect of defoliation on yield of potatoes. *Journal of Economic Entomology*, v.73, p.131-4, 1980. Disponível em <<http://www.ingentaconnect.com/content/esa/jee/1980/00000073/00000001/art00034#expand/collapse>> Acesso em: janeiro de 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes – Aplicativo computacional em genética e estatística**. [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm) 2010., acesso em outubro de 2012.

FURIATTI, R.S. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 7, n. 1, p. 101-107, 2009. Disponível em <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/ACADEMICA?dd1=2804&dd99=view>> Acesso em: janeiro de 2013. doi: article/2804

GONÇALVES, M.C. **Avaliação de clones e cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) para resistência a crisomelídeos que causam danos às folhas e tubérculos**. 2004. 65p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília, Brasília. 2004.

GRAFIUS, E.J.; DOUCHES, D.S. The Present and Future Role of Insect-Resistant Genetically Modified Potata cultivars in IPM. IN: J. ROMEIS, A.M. SHELTON, G.G. KENNEDY (eds.), **Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs**. Springer Science + Business Media B.V. 2008. Chapter 7, p.195-221.

Disponível em < [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8373-0\\_7](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8373-0_7) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1007/978-1-4020-8373-0\_7

GRÜTZMACHER, A.D.; LINK, D. Levantamento da entomofauna associada a cultivares de batata em duas espécies de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.3, p. 653-659, 2000. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2000000300023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000300023) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2000000300023

HENZ, G.P. Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo. Brasília, DF. 2004. 10p. (Embrapa Hortaliças-**Circular técnica, 33**).

IRIGOYEN, I. et al. Effect of defoliation by simulated hail damage on yield of potato cultivars with different maturity performed in Spain. **American Journal of Potato Research**, v.88, n.1, p.82-90, 2011. Disponível em < <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/12230/2011/00000088/00000001/00009166?crawler=true> > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1007/s12230-010-9166-z

LACHMAN, J. et al. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition – review. **Rostlinná Vyroba**, v.47, n.4, p.181–191, 2001. Disponível em < [http://www.uzpi.cz/zpk\\_doc/eng/about\\_library.htm](http://www.uzpi.cz/zpk_doc/eng/about_library.htm) > Acesso em: janeiro de 2013.

LARA, F.M. **Princípios de Resistência de Plantas a Insetos**. 2ª ed., São Paulo: Ícone Editora, 336p, 1991.

LARA, F.M. et al. Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae). **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.927-931,

2000. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782000000600001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782000000600001&script=sci_arttext) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S0103-84782000000600001

LARA, F.M. et al. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.761-765, 2004. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362004000400019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362004000400019&script=sci_arttext) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S0102-05362004000400019

MICHELI, A. **Variabilidade intraespecífica, inimigos naturais e avaliação da mistura de fungos entomopatogênicos e inseticidas para o controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 2005. 135p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

NUMBERG, P.L. et al. Simulação de danos causados por insetos na planta de batata por meio de desfolhamento artificial. **Ciência e Agrotécnica**, v. 23, n. 2, p. 468-472, 1999. Disponível em < [http://www.cloud.editora.ufla.br/revistas/cienagro/pdf/23-2-1999\\_30.pdf](http://www.cloud.editora.ufla.br/revistas/cienagro/pdf/23-2-1999_30.pdf) > Acesso em: janeiro de 2013.

PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. MacMillan, New York, 520 p.

PEREIRA, A.S. et al. Produção de batata no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 14p. (Embrapa Clima Temperado, **Circular Técnica 48**).

PLAISTED, R.L. et al. The germplasm release of NYL.235-4, a clone with resistance to the colorado potato beetle. **American Potato Journal**, v.69, p.843-846, 1992. Disponível em < <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02854192?LI=true> > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1007/BF02854192

RIBEIRO, S.G. et al. A strain of eggplant mosaic virus isolated from naturally infected tobacco plants in Brazil. **Plant Disease**, v. 80, n. 4, p. 446-449, 1996. Disponível em <

[http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1996Articles/PlantDisease80n04\\_446.PDF](http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1996Articles/PlantDisease80n04_446.PDF) > Acesso em: janeiro de 2013.

SALLES, L.A.B. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.205-209, 2000. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782000000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782000000200002&script=sci_arttext) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S0103-84782000000200002

SARGO, H.L.B. et al. Resistência de genótipos de batata (*Solanum* spp.) a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Científica**, v.27, p.177-186, 1999.

SILVA, V.F. et al. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p.1465-1469, 2010. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000600016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000600016&script=sci_arttext) > Acesso em: janeiro de 2013. doi: 10.1590/S1413-70542010000600016

SOUZA, V.Q. et al. Potential of selection among and within potato clonal families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.199-206, 2005. Disponível em < <http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/uploads/bd6b8337-4a4f-0634.pdf> > Acesso em: janeiro de 2013.

SOUZA, V.Q. et al. Correlation between insect resistance and horticultural traits in potatoes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, p. 278-284, 2006. Disponível em < <http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/uploads/bd6b9d90-43ee-43b2.pdf> > Acesso em: janeiro de 2013.

SOUZA, V.Q. et al. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 11, p. 69-73, 2008. Disponível em < [http://www.cropbio.org/abstract\\_view.htm?IdxArr=66;](http://www.cropbio.org/abstract_view.htm?IdxArr=66;) > Acesso em: janeiro de 2013.

VARGAS, E.R. et al. Avaliação de inseticidas no controle de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) em lavoura de feijoeiro. **Revista Biociências**, v.10, n.3, p.111-114, 2004. Disponível em < <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/view/170> > Acesso em: janeiro de 2013.

**Tabela 1.** Genótipos de batata avaliados quanto à resistência ao ataque de adultos de *Diabrotica speciosa*. (Pelotas, 2011).

Genótipo	Origem	Reação ao inseto	Referência
Asterix	Cardinal x SVPVe 709	Suscetível	Salles (2000)
C2337-06-02 <sup>1</sup>	White Lady x N-140*	Desconhecida	S/informação
C2337-18-02 <sup>1</sup>	White Lady x N-140	Desconhecida	S/informação
C2342-01-02 <sup>1</sup>	BP-1 x N-140	Desconhecida	S/informação
C2362-02-02 <sup>1</sup>	Cristal x NYL 235-4	Desconhecida	S/informação
Cv. "Prince Hairy" NYL 235-4	K421-1 x H266-2	Resistente	Plaisted <i>et al.</i> (1992); Furiatti (2009)

<sup>1</sup> Genótipos desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de batata da Embrapa.

\*N-140: Oriunda da Universidade de Cornell, com *Solanum berthaultii* na sua genealogia.

**Tabela 2:** Danos causados por *Diabrotica speciosa* às folhas e a tubérculos ± erro-padrão (EP) de seis genótipos de batata, sob infestação natural do inseto, em condição de campo (Pelotas, 2011).

Genótipos	IAF ± EP (%) <sup>1</sup>	NFT <sup>1</sup> ± EP
Asterix	36,5±2,9 a <sup>1</sup>	24,5±7,5 b
NYL 235-4	15,1±1,6 b	40,7±8,2 b
C2337-06-02	12,9±0,9 b	45,5±13,0 a
C2337-18-02	16,7±2,4 b	51,7±6,5 a
C2342-1-02	21,9±4,9 b	36,1±10,2 b
C2362-02-02	14,3±0,0 b	18,5±8,5 b
Média	19,6	36,2
CV (%)	16,49	20,29

<sup>1</sup>Índice (%) de ataque foliar (IAF) e número de orifícios em tubérculos (NFT) registrados aos 57 e 106 dias após a semeadura, respectivamente.

Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott & Knott.

## 6. Conclusões

Pelo presente estudo pode-se concluir que:

- A cultivar BRS Ana apresentou comportamento de resistência ao ataque de adultos de *D. speciosa* típico de uma não-preferência para alimentação (antixenose).
- Os clones NYL 235-4 e C2337-06-02 são tolerantes ao ataque de *D. speciosa*.
- O clone avançado do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa C2362-02-02 apresentou resistência foliar e à perfuração de tubérculos por adultos e larvas de *D. speciosa*, agregando caracteres agronômicos desejáveis como boa aparência, formato alongado, pele lisa e profundidade de olho mais rasa.

## 7. Referências

AGRIANUAL. *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 715p.

AMARAL, A.O.; GUTH, S.C.; MOTTA, M.E.V.; CAMARGO, M.E; MEGEGOTTO, M.L.A.; PACHECO, M.T.M. A viabilidade econômica da cultura da batata. *Custos e @gronegocio on line*, v.8, n.2, p.15-43, 2012.

ÁVILA, C.J.; MILANEZ, J.M. Larva alfinete. In: SALVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; SILVA, M.T.B. *Pragas de Solo no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa, 2004. p. 345-378.

ÁVILA, C. J.; PARRA, J.R.P. Influência da temperatura na fecundidade e longevidade de adultos de *Diabrotica speciosa*. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 76, n. 3, p. 392-399, 2001.

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, 2002.

ÁVILA, C.J.; MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 4, p. 427-432, 2002.

ÁVILA, C.J. NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.28, n.2, 1999.

AZEREDO, E.H.; CASSINO, P.C.R.; LIMA, E. Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nas cultivares Achat e Monalisa. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.46, n.1, p. 7-14, 2002.

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.

- BALDIN, E.L.L.; LARA, F.M. Atratividade e Consumo Foliar por Adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em Diferentes Genótipos de Abóbora. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 4, p.675-679, 2001.
- BARBOSA, S.E.F.; FRANÇA, H. Pragas da batata e seu controle. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.76, n.7, p.55-61, 1981.
- BITENCOURT, D.R. *Biologia, capacidade reprodutiva e consumo foliar de Diabrotica speciosa* (German, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, Dourados, MS, 2007.
- BOFF, M.I.C.; GANDIN, C.L.G. Principais pragas na cultura da melancia e seu controle. *Agropecuário Catarinense*, Florianópolis, v.5, p.39-41, 1992.
- BONINE, D.P. *Suscetibilidade de cultivares de batata (Solanum tuberosum L.) à Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera:Chrysomelidae) e ocorrência de outras pragas subterrâneas. 1997. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.
- BRANSON, T.F., KRYSAN, J.L. Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica*: an evolutionary view with implications for pest management. *Environmental Entomology*, College Park, v.10, n.6, p.826-831, 1981.
- CASAGRANDE, R.A. Colorado potato beetle resistance in a wild potato, *Solanum berthaultii*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.75, n.2, p.368-372, 1982.
- CHAVEZ, R.; SCHMIEDICHE, P.E.; JACKSON, M.T.; RAMAN, K.V. The breeding potential of wild potato species resistant to the potato-tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Euphytica*, Wageningen, v.39, n.2, p.123-132, 1988.
- COSTA, C.L.; BATISTA, M.F. Viroses transmitidas por coleópteros no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 2, p. 177-179, 1979.
- CRANSHAW, W.S.; RADCLIFFE, E.B. Effect of defoliation on yield of potatoes. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.73, p.131-4, 1980.
- FLANDERS, K.L.; HAWKES, J.G.; RADCLIFFE, E.B.; LAUER, F.I. Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defenses, and ecogeographical associations. *Euphytica*, Netherlands, v.61, p.83-111, 1992.
- FRANÇA, F.H., TINGEY, W.M. Influence of light level on performance of the colorado potato beetle on *Solanum berthaultii* L. and on resistance expression in *S. berthaultii* Hawkes. *Journal of American Society Horticultural Science*, Birmingham, v.119, p.915-919, 1994.
- FRANÇA, F.H.; PLAISTED, R.L.; ROUSH, R.T.; VIA, S.; TINGEY, W.M. Selection response of the colorado potato beetle for adaptation to the resistant potato, *Solanum berthaultii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v.73, p.101-109, 1994.

FULTON, J.P.; SCOTT, H.A. Bean rugose mosaic and related viruses and their transmission by beetles. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.2, p.9-16, 1977.

FURIATTI, R.S. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 101-107, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; DE BAPTISTA, 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. (eds.) *Entomologia Agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920p.

GASSEN, D.N. Insetos associados à cultura do trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1984. (Embrapa-CNT. *Circular técnica* 3).

GASSEN, D.N. Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1989. 49p. (Embrapa-CNPT. *Documentos* 13).

GONÇALVES, M.C. *Avaliação de clones e cultivares de batata (Solanum tuberosum L.) para resistência a crisomelídeos que causam danos às folhas e tubérculos*. 2004. 65p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília, Brasília. 2004.

GRAFIUS, E.J.; DOUCHES, D.S. The Present and Future Role of Insect-Resistant Genetically Modified Potata cultivars in IPM. IN: J. ROMEIS, A.M. SHELTON, G.G. KENNEDY (eds.), *Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs*. Springer Science + Business Media B.V. 2008. Chapter 7, p.195-221.

GREGORY, P.; TINGEY, W.M.; AVE, D.A.; BOUTHYETTE, P.Y. Potato glandular trichomes: a physicochemical defense mechanism against insects. *Natural Resistance of Plants to Pests*. 1986. Cap.13, p. 160-167.

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

HAI, N.F.P. *Biologia, dano e controle do adulto de Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (Solanum tuberosum L.)*. 1981. 53f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

HENZ, G.P. Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo. Brasília, DF. 2004. 10p. (Embrapa Hortaliças- *Circular técnica*, 33).

HLYWKA, J.J.; STEPHENSON, G.R.; SEARS, M.K.; YADA, R.Y. Effects of Insect Damage on Glycoalkaloid Content in Potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.42, n.11, p.2545-2550, 1994.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201012.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201012.pdf)>. Acesso em outubro de 2012.

KRYSAN, J.L. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*. In: KRYSAN, J.L.; MILLER, T.A. *Methods for study of pest Diabrotica*. New York: Springer-Verlag, 1986. Cap.1, p. 1-23.

KRYSAN, J.L.; SMITH, R. F. Systematics of *virgifera* species groups of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Luperini). *Entomography*, Sacramento, v.5, p.375-384, 1987.

LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; ORSÁK, M.; PIVEC, V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition – review. *Rostlinná Vyroba*, Praha, v.47, n.4, p.181–191, 2001.

LARA, F.M. Princípios de Resistência de Plantas a Insetos. 2ª ed., São Paulo: Ícone Editora, 336p, 1991.

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, 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, 2004.

LAUMANN, R.A.; RIBEIRO, P.H.; RAMOS, N.; PIRES, C.S.S.; SCHMIDT, F.G.V.; BORGES, M.; MORAIS, M.C.B.; SUJII, E.R. *Ritmos diários de atividades comportamentais de Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) relacionados à temperatura*. 2003. 6p. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos, 2003. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Comunicado Técnico 90).

LORENZEN, J.H.; BALBYSHEV, N.F.; LAFTA, A.M.; CASPER, H.; TIAN, X.; SAGREDO, B. Resistant potato selections contain leptine and inhibit development of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.94, n.5, p.1260–1267, 2001.

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, 1999.

MATTSON, W.J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, v.11, p.119-161, 1980.

METCALF, R.L.; RHODES, A.M.; METCALF, R.A.; FERGUSON, J.E.; METCALF, E.R.; LU, P.Y. Cucurbitacins contents and *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae) feeding upon *Cucurbita* spp. *Environmental Entomology*, College Park, v.11, n.4, p.931-937, 1982.

MICHELI, A. *Variabilidade intraespecífica, inimigos naturais e avaliação da mistura de fungos entomopatogênicos e inseticidas para o controle de Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)*. 2005. 135p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

- MILANEZ, J.M. *Técnicas de criação e bioecologia de Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). 1995. 102f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 23-29, 2000a.
- MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Preferência de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) para oviposição em diferentes tipos e umidade de solos. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.29, n.1, p.155-158, 2000b.
- NAKANO, O.; FLORIM, C.A.; ZAMBOM, S. Atividade residual de fipronil sobre a *Diabrotica speciosa* alimentada com folhas de batatinha – (*Solanum tuberosum*). In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina, PR. *Anais*. Londrina: 2001. p.249-254.
- NARDIN, I. Associação Brasileira da Batata. *Batata Show*, ano 7, n.19, dez., p. 34-36, 2007.
- NAZARENO, N.R.X.; BRISOLLA, A.D.; TRATCH, R. *Manejo integrado das principais doenças fúngicas e de pragas de solo da cultura da batata- Uma visão holística de controle para o estado do Paraná*. Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, 2001. 29p. (Circular, n.118).
- NEVES, E.M.; RODRIGUES, L.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D.S. Bataticultura: dispêndios com defensivos agrícolas no quinquênio 1997-2001. *Batata Show*, Itapetininga, v.3, n.6, p.22-23, 2003.
- NOGUEIRA, E.M.C.; CARVALHO, M.L.V.; FERRARI, J.T.; RAGA, A.; OLIVEIRA, C.M. G., INOMOTO, M.M.; FILHO, M.F.S.; JÚNIOR, V.A. M.; SATO, E.M. *Manejo Integrado de pragas e Doenças das Principais Fruteiras de Clima Temperado*. Manual Técnico, Campinas, SP, 2000. v.8, 81p.
- NUMBERG, P.L.; PINTO, C.A.B.P.; LAMBERT, E.S.; MENEZES, C.B. Simulação de danos causados por insetos na planta de batata por meio de desfolhamento artificial. *Ciência e. Agrotécnica*, Lavras, v. 23, n. 2, p. 468-472, 1999.
- OEPP/EPPO. *European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin*. *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). Luxemburgo: OEPP/EPPO, 2005. v.35, p.374-376.
- PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. A biologia e a nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. 1 ed. Brasília: Embrapa/CNPq, 2009. 1164p.
- PAINTER, R.H. 1951. *Insect resistance in crop plants*. MacMillan, New York, 520 p.
- PEREIRA, A. S., DANIELS, J. *O cultivo da batata na região sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. 567p.

- PEREIRA, T.; VENTURA, M.U.; MARQUES, F.A. Comportamento de larvas de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em resposta ao CO<sub>2</sub> e as plântulas de espécies cultivadas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.5, 981-985, 2005.
- PLAISTED, R.L.; TINGEY, W.M.; STEFFENS, J.C. The germplasm release of NYL.235-4, a clone with resistance to the colorado potato e beetle. *American Potato Journal*, Kimberly, v.69, p.843-846, 1992.
- RAMAN, K.V. Potato pest management. in developing countries IN: ZEHNDER, W.; POWELSON, M.; JANSSON, R.; RAMAN, K.V. (eds.) *Advances in potato pest biology and management*. Saint Paul: APS Press. 1994. 655p.
- RIBEIRO, S.G.; KITAJIMA, E.W.; OLIVEIRA, C.R.B.; KOENIG, R. A strain of eggplant mosaic virus isolated from naturally infected tobacco plants in Brazil. *Plant Disease*, St. Paul, v. 80, n. 4, p. 446-449, 1996.
- ROCHA, A.B.O; LOURENÇÃO, A.L.; MIRANDA FILHO, H.S.; HAYASHI, P.C.R.; RAMOS, V.J. Resistência de clones de batata a *Bemisia tabaci* biótipo B. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v.30, n.1, p.32-38, 2012.
- RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *Info Insetos*, v.1, n.4, p. 1-4, 2004.
- SALLES, L.A.B. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.2, p.205-209, 2000.
- SALLES, L.A. As pragas da batata. *Cultivar Hortaliças e Frutas*, Pelotas, RS, n.15, 2002.
- SILVA, V.F. da; MORAES, J.C.; MELO, B.A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.34, n.6, p.1465-1469, 2010.
- SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A.S.; SILVA, G.O.; CARVALHO, F.I.F. Correlation between insect resistance and horticultural traits in potatoes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, p. 279-285, 2006.
- SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; CARVALHO, F. F. I.; OLIVEIRA, A. C. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v. 11, p. 69-73, 2008.
- SUTTLE, P.J.; MUSICK, G.J.; FAIRCHILD, M.L. Study of Larval Migration of the Western Corn Rootworm. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.60, n.5, pp. 1226-1228, 1967.
- VARGAS, E.R.; GARCIA, F.R.M.; ZANELLA, V.J. Avaliação de inseticidas no controle de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) em lavoura de feijoeiro. *Revista Biociências*, Taubaté, v.10, n.3, p.111-114, 2004.
- VIEIRA, C.L.; BERTOLI, R.F.; PEREIRA, F.B.; VALENTE, G.B.; PEREIRA, A.S.; CASTRO, C.M. Resistência de clones de batata a *Diabrotica speciosa*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-CIC, 16; ENCONTRO DE PÓS-

GRADUAÇÃO-ENPOS,: PESQUISA E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL, 9., 2006, Pelotas, RS. *Resumos*. Pelotas: 2006.

WALSH, G.C. Host range and reproductive traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae), two species of South America pest rootworms, with notes on other species of *Diabroticina*. *Environmental Entomology*, Lanham, v.32, n.2, p.276-285, 2003.

WAQUIL, J.M.; MENDES, S.M.; MARUCCI, R.C. *Ocorrência de espécies de Diabrotica em milho no Brasil: qual a predominante, Diabrotica speciosa ou Diabrotica viridula?* Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado Técnico 178).

WEISS, M.J.; MAYO, Z.B; NEWTON, J.P. Influence of irrigation practices on the spatial distribution of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs in the soil. *Environmental Entomology*, Lanham, v.12, n.4, pp. 1293-1295, 1983.

WHITE, R. Sexual characters of species of *Diabrotica* (Chrysomelidae: Coleoptera). *Annals Entomological Society American*, Lanham, v.70, p.168, 1977.

WILCOX, J.A. Chrysomelidae: Galerucinae. In: *Coleopterum Catalogus*. Gravenhage: W. Junk, 1972. p.296-323.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. *Guia de identificação de pragas agrícolas*. Piracicaba: FEALQ, 1993.