

RESISTÊNCIA DE INSETOS DO GÊNERO *DIABROTICA* DE MAIOR IMPACTO ECONÔMICO NAS AMÉRICAS DO NORTE E DO SUL A INSETICIDAS**M.M. de Araujo, F.J.S. Salas**

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Laboratório de Estudo de Vetores, Avenida Conselheiro Rodrigues Alves, 1252, CEP 04014-900, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: marcio_araujo@usp.br

RESUMO

O gênero *Diabrotica* é um crisomelídeo polífago, com ampla distribuição geográfica no continente americano. Considerado uma praga agrícola importante na cultura de milho, pode atacar também feijão, soja, batata e cucurbitáceas. Os gastos com o controle desse inseto nos EUA pode chegar a US\$ 1 bilhão por ano. O uso unilateral de uma opção de controle pode resultar nele se tornar menos eficaz dentro de poucos anos. Com isso, esta revisão objetivou verificar os tipos de resistência a defensivos químicos encontrados na literatura referente ao controle de espécies do gênero *Diabrotica*, enfatizando a principal espécie das Américas do Norte e do Sul. Os artigos foram obtidos nas seguintes bases: IRAC, Scielo (Biblioteca Eletrônica) e portal de Periódicos CAPES, entre o período de 1960 a 2014, totalizando 18 pesquisas. Na literatura, foram encontradas 14 referências em inglês, que relatam casos de resistência nos EUA, e quatro em português, enfatizando os efeitos da subdose nos insetos. De acordo com essas pesquisas, a plasticidade ecológica e o potencial de adaptabilidade do gênero *Diabrotica* pode ser minimizado, por meio do manejo integrado de pragas, de forma que previna, retarde ou reverta a evolução da resistência.

PALAVRAS-CHAVE: defensivos químicos, crisomelídeo, controle.

ABSTRACT

RESISTANCE OF INSECTS OF THE *DIABROTICA* GENUS OF GREATER ECONOMIC IMPACT IN THE NORTH AND SOUTH AMERICAS TO INSECTICIDES. The *Diabrotica* genus is a polyphagous chrysomelid with wide distribution in the Americas. Considered an important agricultural pest in corn can also attack beans, soybeans, potatoes and cucurbits. Expenditures on control this insect in the US can get will US\$ 1 billion a year. The unilateral use of a control option can result in it becomes less efficient in a few years. Thus this review aimed to check the types of the chemical pesticide resistance in the literature related to control of *Diabrotica* genus, emphasizing the main species of North and South America. Articles were obtained from the following basis: IRAC, Scielo (electronic library) and Portal of Newspapers- Capes, between the period 1960-2014 a total of 18 surveys. The literature resulted in 14 references in English reporting cases of resistance in the US and four in Portuguese emphasizing the effect of subdose insects. In accordance to these studies the ecological plasticity and the *Diabrotica* genus adaptability potential can be minimized through integrated pest management in order to prevent, slow or reverse the evolution of resistance.

KEYWORDS: chemical defensives, chrysomelid, control.

O gênero *Diabrotica* (Chevrolat, 1844) (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) é composto por 338 espécies (WILCOX, 1972), sendo que 15 destas são relatadas como pragas de 61 tipos de diferentes culturas (KRYSAN, 1986). São divididas em dois grupos de maior importância econômica: o virgífera,

com espécies univoltinas que entram em diapausa na fase de ovo, cujos hospedeiros geralmente pertencem à família Poaceae (CAMPBELL; MEINKE, 2006), tendo como principais representantes na América do Norte a *Diabrotica virgifera* LeConte, 1868 e a *Diabrotica barberi* Smith e Lawrence, 1967 (MEINKE et

2 al., 2009); e o grupo fucata, com espécies multivoltinas que apresentam diapausa reprodutiva no inverno, e são polífitas tanto na fase larval quanto na adulta, podendo atacar várias famílias de plantas (HIROSE; MOSCARDI, 2012). Esse grupo é representado pelas espécies *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber, 1947 e pela *Diabrotica speciosa* Germar, 1824, espécie esta mais comum e problemática na América do Sul (LINK e COSTA, 1978).

Além dos danos diretos causados pelo seu hábito alimentar, a *D. speciosa* é conhecida como vetor mecânico de viroses para diversas espécies de plantas, incluindo o mosaico severo do caupi (*Cowpea severe mosaic virus* – CPSMV) do gênero *Comovirus* e o vírus do mosaico amarelo do maracujazeiro (*Passion fruit Yellow Mosaic Virus* - PFYMV) do gênero *Tymovirus* (COSTA et al., 1978; NOVAES et al., 2000).

Nos Estados Unidos gastam-se anualmente um bilhão de dólares para o controle de três espécies do gênero *Diabrotica* (*D. virgifera*, *D. barberi* e *D. undecimpunctata*), que atacam a cultura do milho, e cerca de 100 milhões de dólares para o controle da praga em outras culturas (METCALF, 1986). No Brasil, o dano econômico causado por larvas e adultos desse gênero, bem como a quantidade de recursos gastos para o seu controle, ainda não foram estimados (ÁVILA; SANTANA, 2013). No entanto, pode-se considerar o gasto de milhões em defensivos, acarretando inclusive danos ambientais.

SILVA et al. (2003), avaliando os danos causados na cultura de feijão, verificaram que uma desfolha de 25%, aos 24 dias após a germinação, pode provocar uma redução de 21,7% na produtividade, sendo que na fase inicial da cultura (uma semana após a emergência), dois insetos por planta já podem provocar desfolha de até 16%, em 24 horas de alimentação, resultando em vagens de menor peso, fato que prejudica a qualidade e o preço do produto para comércio. No milho, em condições experimentais, FOGAÇA; CALAFIORI (1992) observaram que cinco larvas por planta podem causar diminuição de 73,3% da produção. Correlacionando os resultados obtidos no levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no qual o valor da produção em 2012 do feijão foi aproximadamente R\$ 6,2 bilhões e do milho R\$ 26,8 bilhões, com os prejuízos ocasionados pela praga, pode-se inferir que a perda seria de aproximadamente R\$ 1,4 bilhão para feijão e R\$ 19,5 bilhões

para milho.

Estatísticas sobre mercado e demanda brasileira por defensivos agrícolas revelam que as culturas da soja, milho, feijão e batata representaram, em 2001, cerca de 49% dos dispêndios totais (US\$ 2,288 bilhões) com tais defensivos, sendo respectivamente US\$ 778 milhões, US\$ 218 milhões, US\$ 64 milhões e US\$ 61 milhões (NEVES et al., 2003).

Dessa forma, o uso excessivo e o manejo inadequado dos inseticidas contribuem para o fenômeno da resistência, uma vez que os insetos possuem ciclo de vida curto e prole abundante, o que vem favorecer o surgimento de populações com diferentes características genéticas. A propagação de resistência a inseticidas em populações de insetos está relacionada com a frequência de sua utilização e é resultante não apenas da pressão seletiva desses compostos tóxicos sobre essas populações, como das características herdadas das espécies de insetos envolvidas (HEMINGWAY; RANSON, 2000).

A redução da sensibilidade aos inseticidas por parte dos insetos pode ser causada por diferentes mecanismos, tais como: modificações comportamentais, onde o inseto reconhece a presença do inseticida e evita contato com ele; redução na penetração cuticular, associada a modificações na sua composição; resistência metabólica, por aumento da capacidade de metabolização desses produtos, por meio de enzimas de destoxificação; e modificação nos sítios alvos dos inseticidas (MOREIRA et al., 2013).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo verificar os tipos de resistência a inseticidas encontrados na literatura referente ao controle de espécies do gênero *Diabrotica*, enfatizando a principal espécie das Américas do Norte e do Sul.

Parâmetros de Busca

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, no qual se realizou uma consulta nas bases de dados do Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) – IRAC, Scielo e Periódicos Capes, nos idiomas inglês e português, abrangendo artigos publicados de 1960 a 2014, dos quais os descritores utilizados foram: resistência, inseticida e *Diabrotica*.

Os critérios de inclusão para o estudo compreenderam informações pertinentes às doses ineficientes de controle, relatos de resistência, custos para tratamento e importância geográfica da praga. Em seguida, os dados foram compilados,

visando ao entendimento dos mecanismos de resistência perante os principais grupos químicos utilizados na agricultura.

Análise dos Resultados

Foram encontrados 18 artigos nas bases de dados consultadas que versavam sobre o controle químico da praga em questão. Desses, 14 estavam disponíveis na língua inglesa e demonstravam os casos de resistência nos EUA, e quatro estavam disponíveis na língua portuguesa, enfatizando os efeitos das subdoses no inseto.

Nos EUA, o uso extensivo de inseticidas organoclorados aplicados no solo nas décadas de 1950 e 1960 levou ao desenvolvimento da resistência da larva de *D. virgifera*. A falta de eficácia no controle foi registrada pela primeira vez no estado de Nebraska, em 1959, e, durante 1960 e 1961, o problema tornou-se generalizado em toda a região produtora de milho (BALL; WEEKMAN, 1962).

CUTHBERT; REID (1962), testando em laboratório a ação de alguns defensivos químicos de solo em larvas de *Diabrotica balteata* LeConte coletados na cidade de Charleston (Carolina do Sul) e Arnaudville (Luisiana), observaram a ineficiência da aldrina (organoclorado) contra os espécimes de ambas as áreas.

Nesse período, a resistência à aldrina estava presente em diversos estados dos EUA, especificamente no oeste de Iowa, no norte do Kansas, noroeste do Missouri, no sudoeste de Minnesota e no sudeste de Dakota do Sul para espécies do gênero *Diabrotica*, como *D. virgifera* e *Diabrotica longicornis* (Say), também relatada em Wisconsin (HAMILTON, 1965; CHIO et al., 1978).

PARIMI et al. (2006), com o intuito de determinar a estabilidade da resistência na ausência de pressão seletiva em 2002 a metil-parathion (organofosforado) e aldrina, nas populações adultas resistentes de *D. virgifera* coletada em campo no estado de Nebraska e de laboratório, criadas na ausência de seleção durante 5 a 6 gerações, verificaram que a resistência é relativamente estável, tanto nas populações de laboratório como nas de campo, onde ela se mostrou presente em graus diferentes, sendo respectivamente de 19 e 13 vezes maior para metil-parathion e de 204 e 125 vezes maior para aldrina, mesmo após quatro décadas, desde que essa classe química foi proibida, e tais desvantagens adaptativas associadas aos compos-

tos químicos são relativamente menores.

Com relação aos mecanismos de resistência, SCHARF et al. (1999) realizando bioensaios de concentração letal a carbaril (carbamato) para 12 populações de *D. virgifera* coletadas nos estados de Indiana, Illinois, Iowa, Kansas, Nebraska, Ohio, Pensilvânia, Dakota do Sul, Texas e Virgínia, identificaram resistência em apenas duas populações em Nebraska, das quais indicaram reduções significativas nos níveis de resistência por meio de dois inibidores: as monooxigenases do citocromo P450 e as esterases, demonstrando um envolvimento de ambas as classes de enzimas de destoxificação.

WRIGHT et al. (2000) avaliaram três grupos químicos de aplicação em solo: piretroide (teflutrina), carbamato (carbufuran) e organofosforado (clorpirifós, terbufós e metil-parathion) frente a uma população resistente de *D. virgifera* coletada no condado de Phelps – Nebraska, e descobriram que no terceiro instar larval a resistência ocorre também de maneira metabólica, por meio de enzimas esterases que hidrolisam as ligações ésteres desses compostos. Assim, os mecanismos fisiológicos envolvidos na ocorrência de resistência incluem a oxidação à base de citocromo P450 e a interação hidrolítica das esterases por metil-parathion e carbaril em populações distintas de Nebraska (SCHARF et al., 2001).

A principal estratégia de controle de adultos de *D. virgifera* nos Condados de Phelps e York utilizada por mais de 20 anos são as aplicações aéreas de carbaril e metil-parathion (inibidores de acetilcolinesterase), sendo assim para determinar essa pressão de seleção. MEINKE et al. (1998) avaliaram a suscetibilidade nessas populações e constataram que a resistência se mantinha presente entre as gerações, indicando que essa sensibilidade é hereditária. Outro produto químico testado e pouco utilizado nessas regiões foi a bifentrina (piretroide que atua sobre os canais de sódio) que demonstrou valores elevados para dose letal mediana. Isso significa que os mecanismos de destoxificação metabólica não são específicos, pois a resistência ao grupo dos carbamatos e organofosforados afeta a suscetibilidade à bifentrina.

Dentre as técnicas que envolvem o manejo de inseticida para controle da *D. virgifera* existe a mistura com iscas cucurbitacinas (Invite EC), que estimula a alimentação compulsiva dos insetos desse gênero. Estudos de BUK et al. (2014) relatam que

4 essa substância é mais atraente para os machos jovens que não têm nenhuma experiência anterior com essa substância, diferentemente de besouros mais velhos ou aqueles com experiência anterior. Desses com experiência anterior a essa substância, as fêmeas jovens se alimentam mais do que os machos da mesma idade. Em contrapartida, os machos mais velhos consomem mais do que as fêmeas de idade.

Sabendo-se que as enzimas de detoxificação (monooxigenases e esterases) concentram-se no intestino do inseto, SIEGFRIED et al. (2004) avaliaram o efeito dessa mistura, utilizando combinação com carbaril em quatro áreas: uma em Iowa (Kansas), duas em Indiana (Illinois) e uma em Dakota do Sul, comparando os espécimes de *D. virgifera* em campos tratados e não tratados, e observaram que nas três primeiras áreas a suscetibilidade a carbaril diminuiu significativamente de 1997 a 2002, resultado comparável aos relatados por ZHU et al. (2001).

Ambos os autores mostram que depois de apenas quatro anos de aplicação de uma mistura isca-inseticida, a suscetibilidade da concentração letal de 90% da população dos besouros foi até 20 vezes menor. Em paralelo com a seleção para resistência ao inseticida nessas áreas, a resposta desses insetos para cucurbitacinas também diminuiu. Esses resultados mostram claramente que em larga escala a aplicação em longo prazo de uma única substância ativa pode conduzir a uma eficácia reduzida e, finalmente, à resistência ao pesticida.

PARIMI et al. (2003) verificando o efeito da mistura de isca-inseticida em populações resistentes dos Condados de York e Phelps e populações suscetíveis do Condado de Saunders constataram que a utilização do indoxacarbe (oxadiazina) e fipronil (pirazol) poderia ser uma das alternativas para substituir o carbaril, uma vez que ambos apresentam modos de ação único, como bloqueadores de canais de sódio e antagonistas de neurotransmissores GABA (ácido gama-aminobutírico), respectivamente. Além disso, na alimentação ambos foram comparáveis em termos de resposta à isca cucurbitacina, podendo esta ser uma estratégia de manejo da resistência.

Já no Brasil, poucos estudos relatam a ineficiência de defensivos químicos para o controle da *D. speciosa*. LEVINE; OLOMI SADEGHI (1991), na sua revisão sobre o manejo das larvas dessa espécie sugerem que a ação de inseticidas no solo tem sido in-

consistente, devido aos níveis altamente variáveis de degradação, ao aumento da biodegradação e à resistência do besouro detectada no final da década de 1970, pelo uso de carbofuran, principalmente em áreas com histórico de intensa utilização do inseticida.

Na literatura nacional é possível verificar a ação de subdoses dos inseticidas. MARAUS et al. (2011) avaliando a ação de diferentes doses de teflubenzuron e alfacipermetrina (75 g/L) pulverizados em uma variedade de batata-semente Ágata no município de Maringá (PR), constataram que as doses de 15 e 30g i.a. 100/L não apresentaram controle superior a 80%, o que GARCIA (2002) considera um fator preponderante para o desenvolvimento da resistência da praga.

VIANA; MAROCHI (2002) analisando a eficiência de diversos inseticidas no controle de larvas de *D. speciosa* e *D. viridula* em oito regiões de Ponta Grossa (PR) verificaram que o tratamento de sementes com thiodicarb e furathiocarb (carbamato), fipronil, imidacloprid (neocotinoide) e fipronil+thiodicarb apresentou baixo controle de larvas.

Em Pelotas (RS) SALLES et al. (1999) observaram que a dose de 2L i.a./ha de clorpirifós (organofosforado) aplicado no sulco do plantio de batata demonstrou baixa proteção para os tubérculos frente à ação da larva-alfinete (nome popular do imaturo do gênero *Diabrotica*). Já em uma plantação de feijão carioca da variedade pérola, no município de Ipuçu (SC) VARGAS et al. (2008) averiguaram que a pulverização com os inseticidas deltametrina (4g de i.a/ha), imidacloprid (105g de i.a/ha) e metamidofós (300 g de i.a/ha), não apresentaram eficiência no controle de adultos de *D. speciosa*, durante os 21 dias de avaliação.

Assim, a exposição às subdosagens do inseticida leva à eliminação de indivíduos homocigotos suscetíveis (SS). Entretanto, os heterocigotos (RS) resistentes são favorecidos, aliados à grande frequência de tratamentos e à rotação rápida de princípio ativo (SABATINI, 2003). Portanto, não são apenas os fatores genéticos e bioecológicos envolvidos, mas também procedimentos operacionais adotados, que contribuem para o desenvolvimento de resistência.

Em certos casos, a aplicação de defensivos no solo torna-se menos grave do que a pulverização superficial e/ou aérea, pois os inseticidas de solo protegem apenas uma parte da raiz (sulco ou uma

banda de 18 cm). Baseando-se em estudos que relatam que as larvas de *D. virgifera* podem se deslocar até 1 metro no solo para encontrar raízes de um hospedeiro adequado (SHORT; LUEDTKE, 1970) pode-se inferir que esse método permite a sobrevivência de uma percentagem variável de besouros não selecionados e, conseqüentemente, a manutenção de alelos de suscetibilidade de uma população.

Perante o exposto, podemos concluir que os estudos sobre as bases moleculares dos processos de metabolismo de inseticidas, de resistência metabólica e de sítios alvos são valiosos conhecimentos para o controle efetivo de insetos do gênero *Diabrotica*, que apresentam grande potencial de resistência, e devem ser mais explorados em publicações futuras. Dessa maneira, cabe aos agricultores e aos técnicos definirem como determinado produto deve ser utilizado, de forma que previna, retarde ou reverta a evolução da resistência, por meio do manejo integrado de pragas, minimizando os prejuízos econômicos nas culturas a serem tratadas.

Referências

- ÁVILA, C.J.; SANTANA, A.G. *Diabrotica speciosa*: An Important Soil Pest in South America. In: PENA, J.E. *Potential Invasive Pests of Agricultural Crops*. Oxfordshire: CAB International, 2013. p. 75 – 84.
- BALL, H.J.; WEEKMAN, G.T. Insecticide resistance in the adult western corn rootworm in Nebraska. *Journal of Economic Entomology*, College Park v. 55, n. 4, p. 439 – 441, 1962.
- BUUK, C.; GLOYNA, K.; THIEME, T.; HEIMBACH, U. (2014). Laboratory test of the potential for using insecticide-cucurbitacin mixtures for controlling the quarantine pest *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). *Juliu-Küh-Archiv*, Quedlinburg n. 444, p. 93, 2014.
- CAMPBELL, L.A.; MEINKE, L.J. Seasonality and adult habitat use by four *Diabrotica* species at prairie-corn interfaces. *Environmental Entomology*, College Park v. 35, p. 922 – 936, 2006.
- CHIO, H.; CHANG, C.S.; METCALF, R.L.; SHAW, J. Susceptibility of four species of *Diabrotica* to insecticides. *Journal of Economic Entomology*, College Park v.71, n. 3, 389 – 393, 1978.
- COSTA, C.L.; LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W.; SANTOS, A.A.; MESQUITA, R.C.M.; FREIRE, F.R.F. *Ceratoma arcuata* (Oliv.) um crisomelídeo vetor do mosaico da *Vigna* no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.3, n.2, p. 81 – 82, 1978.
- CUTHBERT, F.P.; REID, W.J. Laboratory tests of compounds for toxicity to larvae of the banded cucumber beetle. Beltsville: Agricultural Research Service, 1962.
- FOGACA M.S.; CALAFIORI M.H. Danos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em milho (*Zea mays* L.). *Ecosistema*. Espírito Santo do Pinhal v. 17, p. 69 – 72, 1992.
- GARCIA, F.R.M. *Zoologia agrícola: manejo ecológico de pragas*, 2. ed. Porto Alegre: Rígel, 2002.
- HAMILTON, E. W. Aldrin resistance in corn rootworm beetles. *Journal of Economic Entomology*, College Park v. 58, n. 2, p. 296 – 300, 1965.
- HEMINGWAY, J.; RANSON, H. Insecticide Resistance in Insect Vectors of Human Disease. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto v. 45, n. 1, p. 371 – 391, 2000.
- HIROSE, E.; MOSCARDI, F. Insetos de Outras Regiões do Mundo: Ameaças. In: HOFFMANN-CAMPO, C.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. *Soja: Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-praga*. Brasília, DF: Embrapa. 2012. p. 445 – 492.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Agrícola Municipal (PAM – 2012). Rio de Janeiro, v. 39, p. 1 – 101. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default.shtm>>. Acesso em :26 de Set.2014.
- KRYSAN, L.J. Introduction: biology, distribution and identification of pest *Diabrotica*. In: KRYSAN, J.L.; MILLER T.A. (ed.). *Methods for the study of pest Diabrotica*, New York: Springer - Verlag.,1986.
- LEVINE, E.; OLOUMI-SADEGHI, H. Management of diabroticite rootworms in corn. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto v. 36, n. 1, p. 229 – 255, 1991.
- LINK, D.; COSTA, E.C. Danos causados

- 6 por besouros crisomelídeos em soja. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 8, n. 3, p. 245 – 250, 1978.
- MARAUS, P.F.; SANTOS, H.S.; FILHO, J. U.T.B.; BUZANINI, A.C.; BARBIERI, B.R. Eficiência de inseticidas no controle de *Diabrotica speciosa* na cultura da batata. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v. 29, n. 2, 2011.
- MEINKE, L.J.; SAPPINGTON, T.W.; ONSTAD, D.W.; GUILLEMAUD, T.; MILLER, N.J.; KOMA'ROMI, J.; LEVAY, N.; FURLAN, L.; KISS, J.; TOTH, F. Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. *Agricultural and Forest Entomology*, Oxford, v. 11, n. 1, p. 29 – 46, 2009.
- MEINKE, L.J.; SIEGFRIED, B.D.; WRIGHT, R.J.; CHANDLER, L.D. Adult susceptibility of Nebraska western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) populations to selected insecticides. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 91, n. 3, p. 594 – 600, 1998.
- KRYSAN, J.L.; MILLER, T.A. (eds.). *Methods for the study of Diabrotica*. New York, Springer-Verlag, pest, . 1986.
- MOREIRA, M.F.; MANSUR, J.F.; FIGUEIRAMANSUR, J. Resistência e Inseticidas: Estratégias, Desafios e Perspectivas no Controle de Insetos. In: SILVA NETO, M.A.C.; WINTER, C.; TERMIGNONI, C. (Eds). *Tópicos Avançados em Entomologia Molecular: Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular*, 2013, cap.15.
- NEVES, E.M.; RODRIGUES, L.; DAYOUB, MARIA; DRAGONE, D.S. Bataticultura: dispendios com defensivos agrícolas no quinquênio 1997-2001. *Batata Show*, Itapetinga, v. 3, n. 6, p. 22 – 23, 2003.
- NOVAES, Q.S.; MELETTI, L.M.M.; VIEIRA, M.L.C.; REZENDE, J.A.M. Seleção preliminar de maracujazeiro para tolerância ao *Passion Fruit Woodiness Virus*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 25, 425 p., 2000.
- PARIMI, S.; MEINKE, L.J.; FRENCH, B.W.; CHANDLER, L.D.; SIEGFRIED, B.D. Stability and persistence of aldrin and methyl-parathion resistance in western corn rootworm populations (Coleoptera: Chrysomelidae). *Crop Protection* Guildford, v. 25, n. 3, 269 – 274, 2006.
- PARIMI, S.; MEINKE, L.J.; NOWATZKI, T. M.; CHANDLER, L.D.; FRENCH, B.W.; SIEGFRIED, B.D. Toxicity of insecticide-bait mixtures to insecticide resistant and susceptible western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Crop Protection*, Guildford v. 22, n. 5, p. 781 – 786, 2003.
- SABATINI, G. Técnicas moleculares no diagnóstico da resistência. *O Biológico*, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 29-32, 2003.
- SALLES, L.A.; GRUTZMACHER, A.D. Eficiência do inseticida clorpirifós no controle de larvas de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batata. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 29, n. 2, p. 195-197, 1999.
- SCHARF, M.E.; MEINKE, L.J.; SIEGFRIED, B.D.; WRIGHT, R.J.; CHANDLER, L.D.; Carbaryl susceptibility, diagnostic concentration determination, and synergism for US populations of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology, College Park*, v. 92, n. 1, p. 33 – 39, 1999.
- SCHARF, M.E.; PARIMI, S.; MEINKE, L.J.; CHANDLER, L.D.; SIEGFRIED, B.D. Expression and induction of three family 4 cytochrome P450 (CYP4)* genes identified from insecticide-resistant and susceptible western corn rootworms, *Diabrotica virgifera virgifera*. *Insect Molecular Biology*, Oxford, v. 10, n. 2, p. 139 – 146, 2001.
- SHORT, D.E.; LUEDTKE, R.J. Larval migration of the western corn rootworms. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 63, n. 3, p. 325 – 326, 1970.
- SIEGFRIED, B.D.; MEINKE, L.J.; PARIMI, S.; SCHARF, M.E.; NOWATZKI, T. J.; ZHOU, X.; CHANDLER, L.D. Monitoring western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) susceptibility to carbaryl and cucurbitacin baits in the areawide management pilot program. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 97, n. 5, p. 1726 – 1733, 2004.
- SILVA, A.L.; VELOSO, V.R.S.; CRISPIM, C. M.P.; BRAZ, V.C.; SANTOS, L.P.; CARVALHO, M.P.; Avaliação do efeito de desfolha na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goi-

ás, v. 33, n. 2, p. 83 – 87, 2003.

VARGAS, E.R.; GARCIA, F.R. M.; ZANELLA, V.J.; Avaliação de inseticidas no controle de adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) em lavoura de feijoeiro. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 10, n. 3, 2008.

VIANA, P.; MAROCHI, A. Controle Químico da Larva de *Diabrotica* spp. na Cultura do Milho em Sistema de Plantio Direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 1 – 11, 2002.

WILCOX, J.A. Galerucinae: Luperini: Diabroticina. Manchester, Coleopterorum Catalogus Supplementa, Berlin, v.78. n. 2, p. 296 - 431, 1972.

WRIGHT, R.J.; SCHARF, M.E.; MEINKE, L. J.; ZHOU, X.; SIEGFRIED, B.D.; CHANDLER, L.D. Larval susceptibility of an insecticide-resistant western corn rootworm

(Coleoptera: Chrysomelidae) population to soil insecticides: laboratory bioassays, assays of detoxification enzymes, and field performance. *Journal of economic entomology*, College Park, v. 93, n. 1, p. 7 – 13, 2000.

ZHU, K.Y.; WILDE, G.E.; HIGGINS, R. A.; SLODERBECK, P.E.; BUSCHMAN, L. L.; SHUFRAN, R.A.; WHITWORTH, R.J.; STARKEY, S.R.; HE, F.; Evidence of evolving carbaryl resistance in western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in areawide-managed cornfields in north central Kansas. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 94, n. 4, p. 929 – 934, 2001.

Recebido em 23/8/16

Aceito em 16/1/17