



Alteração da atividade locomotora de populações de traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) sobre área tratada com o inseticida metilcarbamato de oxina

Alteration of locomotor activity of *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) populations on an area treated with the oxine methylcarbamate insecticide

José Gomes da Silva Filho⁽¹⁾; Iuri Andrade de Melo⁽²⁾; Thiago Izaquiel de Farias⁽³⁾; Lucas Felipe Prohmann Tschoeke⁽⁴⁾; Cícero Luiz Franco Junior⁽⁴⁾; César Auguste Badji⁽⁵⁾

⁽¹⁾Discente do Programa de Pós – Graduação em Fitossanidade; Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas; Capão do Leão, RS; josegomes.if@gmail.com

⁽²⁾Discente do curso de Agronomia; Unidade Acadêmica de Garanhuns - Universidade Federal Rural de Pernambuco iuri.andrade123@hotmail.com

⁽³⁾ Discente do curso de Agronomia; Campus Dois Irmãos (SEDE) - Universidade Federal Rural de Pernambuco thiagoizaquiel@gmail.com

⁽⁴⁾Discente do Programa de Pós – Graduação em Produção Agrícola; Unidade Acadêmica de Garanhuns - Universidade Federal Rural de Pernambuco lucasfpt2010@hotmail.com

⁽⁴⁾Discente do Programa de Pós – Graduação em Produção Agrícola; Unidade Acadêmica de Garanhuns - Universidade Federal Rural de Pernambuco cicero.luiz.franco.2016@hotmail.com

⁽⁵⁾Professor Dr. da Unidade Acadêmica de Garanhuns - Universidade Federal Rural de Pernambuco cesar.badji@ufrpe.br.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 08 de agosto de 2019; Aceito em: 02 de setembro de 2019; publicado em 01 de 10 de 2019. Copyright© Autor, 2019.

RESUMO: Os insetos herbívoros têm desenvolvido uma série de respostas comportamentais para os inseticidas utilizados nos sistemas agrícolas. Objetivou-se com o presente estudo averiguar alterações comportamentais de populações de traça-das-crucíferas expostas a áreas tratadas com diferentes concentrações do inseticida Metilcarbamato de oxina. Populações de *Plutella xylostella* provenientes dos municípios de Camocim de São Félix-PE (CSF), Sairé-PE (SR), Lajedo-PE (LJ) e duas populações de laboratório: Recife-PE (RCF) e Viçosa-MG (VÇS) foram expostas a resíduos secos do inseticida, em doses crescentes. Estas populações tiveram os parâmetros comportamentais analisados: Distância de caminhamento (DC), Tempo de caminhamento (DC), Velocidade Média (VM), Número de paradas (NP) e Tempo de Repouso (TR). Em relação a DC, as populações de SR, CSF, LJ e VÇS não apresentaram padrão claro de redução ou aumento da DC. A população de RCF não apresentou alteração da DC e diferiu estatisticamente entre áreas estudadas. Em relação ao parâmetro TC, a população de SR apresentou aumento deste parâmetro, RCF diminuiu e as demais populações não demonstraram padrão definido. Para o Parâmetro VM, se verificou redução desta nas populações de SR e CSF, e aumento da VM na população de RCF. Para a variável do TR, as populações de LJ, VÇS e CSF não apresentaram padrão definido, logo, a população do RCF aumentou e SR reduziu tal parâmetro. As alterações resultantes das respostas comportamentais dos insetos a áreas tratadas com inseticidas contribuem para uma menor eficácia de controle desempenhada pelos inseticidas, uma vez que estes vão se exporem menos a concentrações letais.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência, Comportamento, Sustentabilidade.

ABSTRACT: Herbivorous insects have developed a series of behavioral responses to insecticides used in agricultural systems. The aim of the present study was to investigate behavioral changes in populations of diamondback moths exposed to areas treated with different concentrations of the oxine methylcarbamate insecticide. Populations of *Plutella xylostella* from the municipalities of Camocim de São Félix-PE (CSF), Sairé-PE (SR), Lajedo-PE (LJ) and laboratory populations: Recife-PE (RCF) and Viçosa-MG (VÇS) were exposed to dry residues of the insecticide in increasing doses. These populations had the behavioral parameters analyzed (Walking Distance (DC), Walking Time (DC), Average Speed (VM), Number of Stops (NP) and Rest Time (TR)). Regarding CD, the populations of SR, CSF, LJ and VÇS did not show a clear pattern of reduction or increase of CD. The FHR population did not show any change in CD and differed statistically between studied areas. Regarding the TC parameter, the SR population showed an increase in this parameter, the FHR decreased and the other populations did not show a defined pattern. For Parameter VM, there was a reduction in the SR and CSF populations, and an increase in the MV in the FHR population. For the TR variable, the LJ, VÇS and CSF populations did not present a definite pattern, therefore, the RCF population increased and SR reduced this parameter. Changes resulting from insect behavioral responses to insecticide-treated areas contribute to the poorer control effectiveness of insecticides as they are less exposed to lethal concentrations.

KEYWORDS: Resistance, Behavior, Sustainability.

INTRODUÇÃO

As pragas agrícolas são consideradas o principal fator na redução da produtividade dos sistemas de cultivos e estima-se que as perdas geradas por estes sejam de aproximadamente 43% nas principais culturas brasileiras (BENTO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2014). Dada às altas perdas geradas por esses organismos, os agricultores fazem uso do método de controle químico como a principal ferramenta de controle, devido a sua praticidade, eficiência e resultados imediatos (CASTELO BRANCO; MELO, 2002; VILAS BOAS *et al.*, 2004; SANTOS et al. 2011).

As frequentes utilizações dos inseticidas sintéticos têm contribuído para inúmeros problemas, como: a) diminuição do número de inimigos naturais, b) contaminação do agroecossistema e da saúde humana, c) falhas no controle das pragas e a d) seleção de indivíduos resistentes (BOMMARCO et al., 2011; GUEDES et al., 2016; CARVALHO, 2017; MÜLLER, 2018). As constantes pressões de seleção exercidas pelo uso intensivo dos inseticidas têm contribuído para o surgimento de mais de 500 espécies de artrópodes resistentes a pelo menos um grupo químico de inseticidas (MOTA-SANCHEZ et al., 2002; SINIARD et al., 2016). Dentre estas espécies, a traça-das-crucíferas tem sido considerada a mais resistente entre os insetos da ordem lepidóptera, apresentando-se resistente a mais de 91 inseticidas, incluindo os inseticidas da nova geração (OLIVEIRA et al., 2011; ZAGO et al., 2014).

Considerada praga chave nos cultivos de brássica, a traça-das-crucíferas é altamente destrutiva e gera um custo de controle de aproximadamente 5,0 bilhões de dólares anuais em todo o mundo (ZALUCKI et al., 2012). No Brasil, sua ocorrência é verificada durante todo o ano, devido às condições climáticas que favorecem o seu desenvolvimento (SARFRAZ et al., 2005). O método de controle químico é a principal ferramenta utilizada nas áreas de cultivo, sendo observado o uso excessivo destes produtos, como a sua utilização quatro vezes por semana e mais de 20 aplicações durante o ciclo do cultivo de brássica, como relatado por Pérez et al., (2000), Oliveira et al., (2011) e Zhang et al. (2016)

As constantes exposições aos inseticidas têm conduzido a seleção de indivíduos com habilidade para sobreviverem ao uso dos inseticidas, e estas habilidades são frequentemente de caráter fisiológica, bioquímica e ou comportamental, os quais os

norteiam a sobreviverem (GEORGHIOU; TAYLOR, 1977). Negligenciada por muito tempo, a resistência comportamental é definida como a habilidade que o inseto desenvolveu para detectar e/ou reconhecer áreas tratadas com um determinado composto que seria letal para eles (NANSEN et al., 2016; ZALUCKI; FURLONG, 2017). Estas respostas comportamentais são percebidas através dos efeitos gerados no sistema nervoso central, causando estes, uma ação de irritabilidade ou repelente sobre indivíduos fisiologicamente sensíveis contribuindo para a evasão das superfícies tratadas (HAYNES et al., 1998).

As alterações no comportamento de locomoção dos insetos ocasionadas pelos inseticidas possivelmente contribuam para reduzir o contato dos mesmos com o agente tóxico. Esta menor exposição pode reduzir a mortalidade e conseqüentemente afetar a eficácia de controle (GUEDES et al., 2011). Nesta perspectiva o presente trabalho teve por objetivo averiguar possíveis alterações comportamentais de populações de traças-crucíferas quando expostas a áreas tratadas com os inseticidas metilcarbamato de oxina.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

INSETOS

Cinco populações de *P. xylostella* foram usadas para os bioensaios de resposta comportamental, sendo três destas oriundas de áreas de cultivo de couve e repolho dos municípios de Sairé – PE (SR), Camocim de São Félix – PE (CSF), Lajedo - PE (LJ) e duas populações de laboratório, cedidas pelos Departamentos de Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (município de Recife – PE (RCF)) e Universidade Federal de Viçosa (município de Viçosa – MG (VÇS)). Larvas e pupas foram coletadas e levadas ao Laboratório de Entomologia Aplicada, onde estas foram criadas segundo a metodologia descrita por BARROS & VENDRAMIM (1999).

INSETICIDAS

Os bioensaios foram realizados com o inseticida comercial Lannate Br® (metilcarbamato de oxina, Metomyl, 215 g i. a./L⁻¹, concentrado solúvel, DuPont do Brasil, Barueri, SP, Brasil).

BIOENSAIO COMPORTAMENTAL

O bioensaio foi realizado com larvas de *P. xylostella* de terceiro ínstar em placa tratada com resíduo seco do chlorantraniliprole nas concentrações de Zero (Controle); 1,0 ; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 vezes a dose de campo recomendada (7,5 mL 100 L⁻¹). Para confecções das arenas foram utilizadas placas de Petri (9,0 cm de diâmetro). Os discos de papel de filtro foram tratados com uma 1,0 mL da solução inseticida com o dispersante (Tween 80 a 0,001%). Para os discos controle aplicou-se apenas água destilada com o dispersante. Após a completa secagem os papéis foram colados com cola branca no fundo da placa de Petri. Para evitar o escape das larvas as paredes internas das placas de Petri foram untadas com gel hidrossolúvel. Este sistema foi levado ao sistema Viewpoint® tracking onde a placa de Petri foi deixada sob a câmera de vídeo, por 5 minutos. Antes de iniciar a gravação, a larva foi colocada no centro da placa, e após um minuto iniciava-se o ensaio. O delineamento foi inteiramente casualizado com 18 repetições para cada população e concentração. Cada repetição constituiu-se de um único inseto em cada repetição. Nestes ensaios os parâmetros comportamentais analisados foram: Distância de Caminhamento (DC), Tempo de caminhada (TC), Velocidade Média (VM) e Tempo de Repouso (TR). Os dados dos parâmetros comportamentais foram submetidos à análise de regressão e de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR (FERRREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados da Distância de Caminhamento (Tabela 1), se verificou interação significativa entre as populações da traça-das-crucíferas e as áreas tratadas com inseticida metilcarbamato de oxina. Entretanto, foi observado que as populações da traça-das-crucíferas não diferiram significativamente entre si no tratamento controle e nas áreas tratadas com 8,0 e 10,0 vezes a dose recomendada do inseticida (Tabela 1).

Avaliando a influência das áreas tratadas com o inseticida sobre as populações da praga foram encontradas três tendências para a variável da distância de caminhada, 1) aumento da distância de caminhada nas áreas tratadas com o inseticida em relação a área controle (Sairé e Lajedo), sendo verificado efeito quadrático da análise de regressão, os quais explicam 38 e 10% da tendência (Tabela 6), 2) redução da distância caminhada, observada na população do Recife e 3) Padrão não definido foram encontrados para as populações coletadas nos municípios de Camocim de São Félix e Viçosa, todavia, estas populações aumentaram a distância caminhada nas áreas tratadas com a dose, 2,0 e 4,0 vezes o valor recomendando e logo em seguida apresentaram tendência de redução da variável estudada (Tabela 6).

Alterações na atividade de caminhada também foram verificadas por Pereira et al., (2014) para os predadores *Orius tristicolor*, *Amphiareus constrictus* e *Blaptostethus pallescens*, os quais apresentaram redução da distância de caminhada quando expostos a áreas tratadas com o inseticida chlorantraniliprole. Já Vélez et al. (2014), verificaram que grupos de *sitophilus zeamais* apresentaram aumento da atividade de caminhada quando expostos a áreas tratadas com os inseticidas Deltametrina e Espinosade.

Segundo Haynes (1988), os inseticidas são compostos sintéticos ou naturais utilizados para causar a mortalidade dos insetos pragas, contudo, estes podem estimular ou inibir a atividade locomotora dos insetos, como a atividade caminhada e/ou a habilidade de voo (WATSON; BARSON, 1996; GUEDES et al., 2009). As alterações das respostas comportamentais podem ser influenciadas pelo modo de ação, extensão letal e subletal dos efeitos inseticidas, assim como, pelos constituintes de suas formulações (HOY et al., 1998; VÉLEZ et al., 2019). Para Guedes et al. (2011), as

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

alterações das respostas comportamentais desencadeadas pelos inseticidas contribuem para a evasão das áreas tratadas, prejudicando o contato dos insetos com o ingrediente ativo e consequentemente redução da sua eficiência de controle.

Tabela 1. Distância média de caminhamento (cm) de larvas de 3º ínstar de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), sobre áreas tratadas com doses do inseticida Metilcarbamato de oxina.

P	Controle ± DP*	Dose 1 ± DP	Dose 2 ± DP	Dose 4 ± DP	Dose 6 ± DP	Dose 8 ± DP	Dose 10 ± DP
SR	183,41±75,85 a B	153,13±114,83 b B	138,63±108,11 b B	255,61±106,37 a A	216,50±108,30 a A	203,92±153,96 a A	217,16±121,43 a A
LJ	231,23±153,96 a A	158,8±124,72 b B	141,05±63,20 b B	255,18±109,31 a A	136,51±127,46 b B	175,84±107,84 a B	222,21±92,11 a A
CSF	186,03 ±90,79 a B	261,12±71,37 a A	253,92 ±75,85 a A	164,69±114,83 b B	232,45±108,11 a A	201,70±106,37a B	184,30±113,16 a B
RCF	230,56±104,09 a A	258,12±66,20 a A	240,11±109,22 a A	252,97±76,67 a A	227,40±53,43 a A	241,03±109,39 a A	161,45±95,42 a A
VÇS	261,77±179,75 a A	208,08±87,59 a B	222,93±139,59 a B	191,86±109,78 a B	307,92±102,15 a A	206,81±116,89 a B	215,06±147,35 a B

*DP = Desvio Padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Nos resultados do Tempo de Caminhamento foi observada interação significativa entre as doses do inseticida metilcarbamato de oxina e as populações da traça-das-crucíferas. Haja vista disso, verificou-se efeito quadrático para as três tendências observadas para a variável do tempo de caminhamento (Tabela 6), 1) Redução do tempo de caminhamento nas áreas tratadas em relação ao tratamento controle (Recife, $R^2 = 0,70$), 2) Aumento do tempo de caminhamento nas áreas tratadas (Lajedo e Sairé, $R^2 = 0,26$ e $0,47$ respectivamente) e 3) sem padrão definido, sendo estes verificados para as populações de Viçosa ($R^2 = 0,79$) e Camocim de São Félix ($R^2 = 0,18$), entretanto, é observado um maior tempo de caminhamento destas populações sobre as áreas tratadas com o inseticida em relação ao tratamento controle (Tabela 2).

Os compostos inseticidas utilizados para controlar os artrópodes sejam eles pragas agrícolas ou vetores de doenças humanas, apresentam a capacidade de causarem respostas comportamentais, e estas respostas são percebidas através do sistema sensorial e ou pela perturbação das funções normais do sistema nervoso central (HAYNES, 1988; SUITER; GOULD, 1994; ROMERO et al., 2009). Para Looockwood

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

et al. (1989) e Romero et al. (2009), ao perceberem estímulos, os insetos evitam exposições prolongadas as áreas tratadas com os inseticidas, afastando-se delas devido à repelência (depois de perceber o inseticida a alguma distância) e/ou a irritação (depois de ter encontrado em contato com o inseticida). Tão logo, as respostas apresentadas pelas populações de Sairé e Lajedo demonstraram irritabilidade quando expostas às áreas tratadas com inseticida metilcarbamato de oxina.

Tabela 2. Tempo médio de caminhamento (s) de larvas de 3º ínstar de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), sobre áreas tratadas com doses do inseticida Metilcarbamato de oxina.

P	Controle ± DP*	Dose 1 ± DP	Dose 2 ± DP	Dose 4 ± DP	Dose 6 ± DP	Dose 8 ± DP	Dose 10 ± DP
SR	108,26±79,98 b C	121,81±78,37 b C	121,93±101,74 c C	269,33±39,83 a A	175,78±87,06 b A	165,43±91,99 a B	244,26±93,43 a B
LJ	133,33±79,61 b B	94,23±72,53 b B	84,81±57,53 c B	263,13±70,13 a A	117,11±87,54 c B	136,32±96,95 a B	247,65±74,44 a A
CSF	105,09±59,45 b D	281,53±24,01 a A	276,55±20,37 a A	182,52±106,54 b C	222,13±74,71 a B	196,27±89,04 a C	175,49±96,42 b C
RCF	258,81±31,57 b B	244,58±52,63 a B	203,21±82,75 b B	222,18±56,48 b B	228,38±47,96 a B	214,05±67,72 a B	119,15±73,67 b A
VCS	131,64±79,98 a B	153,68±78,37 b B	145,65±101,74 c B	194,16±39,83 b A	224,01±87,06 a A	178,70±991,99 a A	162,63±93,43 b B

*DP = Desvio Padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Em relação à velocidade média de caminhamento, foi verificada interação significativa entre as populações da praga e as áreas tratadas com as doses do inseticida (Tabela 3). Novamente foram identificados três padrões comportamentais para a variável estudada e explicado pelo efeito quadrático da análise de regressão (Tabela 6), 1) Redução da velocidade de caminhamento nas áreas tratadas com o inseticida para a população de Recife ($R^2 = 0,53$), 2) Aumento da velocidade média de caminhamento, verificada para as populações de Sairé e Lajedo, e explicada 61 e 65% pelo efeito quadrático da análise de regressão dos resultados respectivamente (Tabela 6) e 3) As populações de Camocim de São Félix e Viçosa, não apresentaram padrão definido para variável estudada, no entanto, foram observadas reduções da velocidade média de caminhamento para as áreas tratadas com 6,0; 8,0 e 10,0 vezes a dose recomendada em relação ao demais tratamentos (Tabela 3).

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

De modo semelhante ao observado em nosso estudo, os inseticidas estimulam de forma diferente as respostas comportamentais como o parâmetro da velocidade média de caminamento, seja aumentando-a quando os insetos são expostos a áreas tratadas, como os resultados encontrado por Rocha et al., (2018), para diferentes espécies de formigas, e por Nansen et al., (2016) para a traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), ou reduzindo-a, como verificado por Vélez et al., (2019) para o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*), Campos et al., (2011) para o inimigo natural tesourinha (*Doru luteipes*) e Castro et al., (2013) para o predador *Supputius cincticeps* em áreas tratadas com os inseticidas. Chandi e Singh (2017) verificaram que larvas da traça-das-crucíferas aumentaram a velocidade de caminamento quando expostas aos inseticidas Endosulfan, Quinalphos, Fenvalerate e Espinosade.

Estas alterações das respostas comportamentais dos insetos vêm sendo verificadas em diferentes espécies e isto poderá resultar numa redução significativa da eficiência de controle dos inseticidas como verificado por Cordeiro et al., (2010). A redução da velocidade de caminamento nas áreas tratadas com o inseticida pode ser vista como uma estratégia alternativa dos insetos para reduzir a sua exposição ao inseticida e com isso aumentar a sua chance de sobreviver (GUEDES et al., 2011; DESNUEX et al., 2007). Já o aumento desta nas áreas tratadas com inseticidas estará associado à irritabilidade de determinados inseticidas que prostam o desejo de evasão do ambiente tratado (LOOCKWOOD et al., 1989).

Tabela 3. Velocidade média de caminamento (cm s) de larvas de 3º ínstar de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), sobre áreas tratadas com doses do inseticida Metilcarbamato de oxina.

P	Controle ± DP*	Dose 1 ± DP	Dose 2 ± DP	Dose 4 ± DP	Dose 6 ± DP	Dose 8 ± DP	Dose 10 ± DP
SR	2,53±1,85 a A	1,44±0,76 a B	1,42±1,04 a B	0,98±0,41 a C	1,22±0,53 a B	1,40±0,83 a B	0,86±0,34 a C
LJ	1,97±0,82 b A	1,51±0,79 a B	1,98±0,86 a A	1,02±0,42 a B	1,13±0,74 a B	1,35±0,69 a B	0,87±0,39 a B
CSF	1,76±0,77 b A	0,95±0,34 b B	0,92±0,30 b B	0,96±0,34 a B	1,07±0,46 a B	0,98±0,37 a B	1,14±0,48 a B
RCF	0,90±0,43 c A	1,08±0,27 b A	1,14±0,41 b A	1,16±0,32 a A	1,03±0,31 a A	1,17±0,41 a A	1,28±0,67 a A
VÇS	1,97±0,67 b A	1,78±1,26 a A	1,65±0,57 a A	0,96±0,48 a B	1,36±0,45 a B	1,12±0,47 a B	1,22±0,55 a B

*DP = Desvio Padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

Analisando os resultados do número de paradas, foi verificada interação significativa entre as populações de traça-das-crucíferas e as áreas tratadas com o inseticida metilcarbamato de oxina. Todavia, as populações das pragas não diferiram estatisticamente entre si nas áreas tratadas com as doses 4,0; 6,0 e 8,0 vezes o valor recomendado pelo fabricante (Tabela 4). Os maiores valores médios do número de paradas foram encontrados no tratamento controle para a população de Viçosa, Camocim de São Félix e Lajedo (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio de paradas de larvas de 3º instar de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), sobre áreas tratadas com doses do inseticida Metilcarbamato de oxina.

P	Controle ± DP*	Dose 1 ± DP	Dose 2 ± DP	Dose 4 ± DP	Dose 6 ± DP	Dose 8 ± DP	Dose 10 ± DP
SR	578,50±349,44 a A	434,33±264,37 a B	290,94±248,78 b B	123,88±144,96 a C	353,61±221,68 a B	397,27±235,39 a B	64,27±72,79 b C
LJ	661,16±433,19 a A	501,27±351,20 a B	437,11±239,36 a B	178,05±268,16 a C	301,11±291,70 a C	426,44±276,57 a B	133,61±156,64 b C
CSF	639,05±323,77 a A	131,16±200,37 b C	131,50±142,51 b C	72,66±68,23 a C	353,61±289,34 a B	248,77±229,40 a B	263,88±199,38 a B
RCF	187,44±177,0 b A	200,05±183,84 b A	257,44±239,17 b A	207,66±115,24 a A	226,05±125,30 a A	280,44±169,36 a A	383,88±237,90 a A
VÇS	687,96±390,24 a A	385,16±184,79 a B	517,04±257,97 a C	175,48±151,26 a C	335,36±201,43 a C	269,56±223,64 a C	240,20±243,55 a C

*DP = Desvio Padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Analisando a influência das doses do inseticida metilcarbamato de oxina sobre as populações da traça-das-crucíferas, encontrou-se três tendências para a variável, 1) Redução do número de paradas nas áreas tratadas em relação ao controle foram encontradas para a população de Recife, 2) Aumento do número de paradas, observados para as populações de Sairé e Lajedo e explicado em 40 e 61% pela equação da análise de regressão quadrática respectivamente (Tabela 6), e 3) Sem padrão claro para o número de paradas, sendo verificado nas populações de Camocim de São Félix e Viçosa (Tabela 4), apesar desta condição observada, constatou-se redução no número médio de paradas nas áreas tratadas com os tratamento de 6,0; 8,0 e 10,0 vezes o valor da dose recomendada quando comparadas ao tratamento controle (Tabela 4). Diferente dos resultados verificados em nosso estudo, Vélez et al., (2017; 2019), verificaram aumento

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

no número de paradas por *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus granarius* quando expostos a superfícies tratadas com os inseticidas Deltamethrin e Espinosade.

Para o tempo médio de repouso foi verificada interação significativa entre as populações da traça-das-crucíferas e as áreas tratadas com o inseticida metilcarbamato de oxina (Tabela 5). As populações da traça-das-crucíferas não apresentaram diferença significativa no tratamento controle e na área tratada com oito vezes o valor da dose recomendada (Tabela 5). Quando estudadas as influências das doses do inseticida nas populações da traça-das-crucíferas, três padrões comportamentais foram encontradas para a variável e apresentaram efeito quadrático para a variável estudada (Tabela 6), 1) aumento do tempo de repouso para as populações de Lajedo e Sairé, 2) Redução do tempo de repouso nas áreas tratadas com o inseticida em comparação ao tratamento controle foi observado para a população de Recife, e os dados são explicados em 70% pela equação de regressão quadrática (Tabela 6) e 3) Sem padrão claro para a variável do tempo de repouso nas populações de Camocim de São Félix e Viçosa, sendo esta tendência explicada em 46 e 79% pelo efeito quadrático equação de regressão (Tabela 6).

Tabela 5. Média do tempo de repouso (s) de larvas de 3º ínstar de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), sobre áreas tratadas com doses do inseticida Metilcarbamato de oxina.

P	Controle ± DP*	Dose 1 ± DP	Dose 2 ± DP	Dose 4 ± DP	Dose 6 ± DP	Dose 8 ± DP	Dose 10 ± DP
SR	191,66±79,98 a A	178,11±78,36 a A	178,05±101,74 a A	30,61±39,82 b C	124,15±87,04 b B	134,51±92,00 a B	55,66±93,43 b C
LJ	166,60±79,62 a A	205,70±72,52 a A	215,11±57,51 a A	36,83±70,14 b B	182,81±87,54 a A	163,60±96,95 a A	52,30±74,45 b B
CSF	194,83±59,47 a A	18,41±23,99 b D	23,37±20,38 c D	10,27±8,91 b D	77,82±74,71 c C	103,68±89,03 a B	124,43±96,41 a B
RCF	41,15±31,57 b B	55,32±52,61 b B	96,72±82,76 b B	77,73±56,49 a B	71,56±47,96 c B	85,87±67,73 a B	180,80±73,69 a A
VÇS	168,30±80,03 a A	146,26±71,36 a A	154,26±82,09 a A	105,76±98,91 a B	75,92±68,03 c B	121,26±98,81 a B	137,28±104,12 a A

*DP = Desvio Padrão, P = População. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Para Desneux et al., (2007), as alterações no tempo de repouso nas superfícies tratadas com o inseticida são percebidas pelos insetos dada a sua irritabilidade e

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
 ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADI, César Auguste

repelência, obrigando-os a evitarem locais os quais apresentam concentrações letais destes compostos. Romero et al., (2009) também compartilha da hipótese anteriormente citada por Desneux et al., (2007), tendo o autor associado os menores períodos de exposição aos inseticidas a capacidade dos inseticidas em causarem irritabilidade e repelência.

Tabela 6. Equações de regressão polinomial para as variáveis do comportamento de larvas de 3º ínstar de populações de traça-das-crucíferas *P. xylostella* sobre superfícies tratadas com doses crescentes do inseticida metilcarbamato de oxina.

P	Distância de caminhamento (Cm)	Tempo de Caminhamento(s)	Velocidade Média (Cm s)	Número de parada	Tempo de repouso (s)
RCF	$y = -1,8738x^2 + 12,673x + 233,27$ $R^2 = 0,7836$	$y = -1,4432x^2 + 4,7837x + 237,29$ $R^2 = 0,7026$	$y = -0,0004x^2 + 0,0272x + 0,9997$ $R^2 = 0,5344$	$y = 2,5696x^2 - 10,125x + 212,71$ $R^2 = 0,8369$	$y = 1,4443x^2 - 4,7938x + 62,652$ $R^2 = 0,7027$
SR	$y = -1,1527x^2 + 17,234x + 155,55$ $R^2 = 0,3825$	$y = -1,4242x^2 + 24,971x + 106,78$ $R^2 = 0,4754$	$y = 0,0211x^2 - 0,3063x + 2,0979$ $R^2 = 0,6155$	$y = 2,7762x^2 - 56,872x + 484,61$ $R^2 = 0,4072$	$y = 1,4233x^2 - 24,962x + 193,15$ $R^2 = 0,4754$
CSF	$y = -0,5777x^2 + 2,1636x + 220,69$ $R^2 = 0,1476$	$y = -2,5123x^2 + 22,853x + 183,76$ $R^2 = 0,1821$	$y = 0,0166x^2 - 0,1859x + 1,4015$ $R^2 = 0,4689$	$y = 9,5303x^2 - 102,23x + 414,28$ $R^2 = 0,2804$	$y = 4,5041x^2 - 41,867x + 122,18$ $R^2 = 0,4664$
LJ	$y = 1,4803x^2 - 13,825x + 203,19$ $R^2 = 0,1031$	$y = 0,526x^2 + 4,6092x + 116,78$ $R^2 = 0,2623$	$y = 0,0084x^2 - 0,1747x + 1,9122$ $R^2 = 0,6406$	$y = 5,2089x^2 - 87,525x + 600,12$ $R^2 = 0,6153$	$y = -0,5258x^2 - 4,6101x + 183,15$ $R^2 = 0,2624$
VCS	$y = -0,3777x^2 + 2,8067x + 230,13$ $R^2 = 0,0158$	$y = -2,3098x^2 + 26,863x + 124,03$ $R^2 = 0,7914$	$y = 0,0165x^2 - 0,2338x + 1,9447$ $R^2 = 0,7845$	$y = 7,1585x^2 - 104,6x + 610,19$ $R^2 = 0,6868$	$y = 2,3098x^2 - 26,863x + 175,9$ $R^2 = 0,7914$

As variações nos parâmetros comportamentais verificadas neste estudo para todas as populações da traça-das-crucíferas podem estar associadas a diferente capacidade da percepção sensorial desenvolvidas por cada população, fato semelhante foi relatado por Pereira et al., (2009) para diferentes populações de *Sitophilus zeamais* quando submetidos a áreas tratadas com inseticida. Tão logo, estes autores ainda sugeriram que o mecanismo comportamental seria o responsável por contribuir para o desenvolvimento de indivíduos com resistência comportamental. Segundo Hoy et al., (1998), presença do inseticida poderá induzir nos insetos uma menor exposição a estas áreas, seja evitando-as ou permanecendo nelas por menos tempo. Estas variações observadas nas respostas comportamentais das larvas da traça-das-crucíferas, quando observadas, podem ser uma forma desenvolvida pelas populações de insetos para reduzir os efeitos dos inseticidas. Esta estratégia de resistência pode reduzir a

exposição ao agente tóxico e consequentemente, a mortalidade observada. O resultado deste comportamento poderá se traduzir em falhas de controle da praga aumentando os níveis de infestações e as perdas econômicas geradas nos sistemas de cultivos.

CONCLUSÃO

As populações de traça-das-crucíferas apresentaram alteração dos parâmetros da atividade locomotora quando expostas às áreas tratadas com o inseticida. Foram observados comportamentos variados entre as populações estudadas quando expostas às diferentes doses do inseticida metilcarbamato de oxina, alternando entre aumento, redução e padrão não definido dos parâmetros da atividade de locomoção.

As populações de laboratório de Recife - PE e Viçosa - MG apresentaram alterações divergentes para as variáveis: Tempo de Repouso, Número de Paradas, Velocidade Média, sendo verificados aumento e redução dos parâmetros avaliados para as respectivas populações nas áreas tratadas em relação à área controle.

Estudos sobre as alterações dos parâmetros comportamentais da atividade de locomoção, são de fundamental importância, uma vez que mudanças induzidas pelos inseticidas poderão afetar as táticas de controle adotadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos revisores anônimos por sua revisão crítica ao trabalho. Sincero obrigado a Arthur Torres de Lima por fornecer as populações de Campo. Agradecemos ao Professor Marcelo Coutinho Picanço pela população de laboratório. Agradecemos também Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado (nº 1772579) para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS

1. BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho utilizadas para a criação de *Plutella xylostella* (L.) no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia*, v. 28, n. 3, p. 469-476, Set, 1999.
2. BENTO, J. M. S. Perdas por insetos na agricultura. *Ação ambiental*, v. 2, n. 4, p. 19-21, Fev/Mar, 1999.
3. BOMMARCO, R.; MIRANDA, F.; BYLUND, H.; BJÖRKMAN, C. Insecticides suppress natural enemies and increase pest damage in cabbage. *Journal of Economic Entomology*, v. 104, n.3, p. 782 - 791, Jun, 2011.
4. CAMPOS, M. R.; PIKANÇO, M. C.; MARTINS, J. C.; TOMAZ, A. C.; GUEDES, R. N. C.; Insecticide selectivity and behavioral response of the earwig *Doru luteipes*. *Crop Protection*, v. 30, p. 1535-1540, Dez, 2011.
5. CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, v. 6, n. 2, p. 48-60, Jun, 2017.
6. CASTELO BRANCO, M.; MELO, C. A. Resistência a abamectin em populações de traça-das-crucíferas. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n.4, p. 541-543, Dez, 2002.
7. CASTRO, A. A.; CORRÊA, A. S.; LEGASPI, J. C.; GUEDES, R. N. C.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Survival and behaviour of insecticide-exposed predators *Podisus nigrispinus* and *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). *Chemosphere*, v. 93, n. 6, p. 1043-1050, Out, 2013.
8. CHANDI, A. K.; SINGH, G. Locomotory behaviour of susceptible and resistant *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). *Phytoparasitica*, v. 45, p. 541-548, Ago, 2017.
9. CORDEIRO, E. M. G.; CORRÊA, A. S.; VENZON, M.; GUEDES, R. N. C.; Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysorpela externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere*, v. 81, p. 1352-1357, Nov, 2010.
10. DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. the sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review Entomology*, v. 58, p. 81-106, Jan, 2007.

11. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
12. GEORGHIOU, G. P.; TAYLOR, C. E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology*, v. 70, n. 3, p. 319-323, Jun, 1977.
13. GUEDES, N. M. P.; GUEDES, R. N. C.; FERREIRA, G. H.; SILVA, L. B. Flight take-off and walking behaviour of insecticide-susceptible and resistant strains of *Sitophilus zeamais* exposed to deltamethrin. *Bulletin of Entomological Research*, v. 99, n. 4, p. 393-400, Agost, 2009.
14. GUEDES, R. N. C.; SMAGGHE, G.; STARK, J. D.; DESNEUX, N. Pesticide – induced pests for optimized integrated pest management programs. *Annual Review of Entomology*, v. 61, n. 1, p. 43-62, Out, 2016.
15. GUEDES, R. N. C.; Sub-lethal effects of insecticides on stored-product insect: current knowledge and future needs. *Stewart Postharvest Review*, v. 7, n. 3. p. 1-5, Dez, 2011.
16. HAYNES, K. F. Sublethal effects of insecticides on the behavioral responses of insects. *Annual Review Entomology*, v. 33, p. 149-168, Abr, 1988.
17. HOY, C. W.; HEAD, G. P.; HALL, F. R. Spatial heterogeneity and insect adaptation to toxins. *Annual Review Entomology*, v. 43, p. 571-594, Jan, 1998.
18. LOCKWOOD, J. A.; SPARKS, T. C.; STORY, R. N. Evolution of insect resistance to insecticides: A reevaluation of the roles of physiology and behaviour. *Bulletin of the Entomological Society of America*, v.30, n.4, p. 41- 45, Dez, 1989.
19. MOTA-SANCHEZ, D.; BILLS, P. S.; WHALON, M. E. *Arthropod Resistance to pesticide: Status and overview*. In: WHELLER, W. B. *Pesticides in agriculture and environment*. New York, Marcel Dekker, p. 241-272, 2002.
20. MÜLLER, C. Impacts of sublethal insecticide exposure on insects — Facts and knowledge gaps. *Basic and Applied Ecology*, v.30, p. 1-10, Ago, 2018.
21. NANSEN, C.; BAISSAC, O. NANSEN, M.; POWLS, K.; BAKER, G. Behavioral avoidance – Will physiological insecticide resistance level of insects strains affect their oviposition and movement responses?. *Plos One*, v. 11, n. 3, p. 1-12, Mar, 2016.

22. OLIVEIRA, A. C.; SIQUEIRA, H. A. A.; OLIVEIRA, J. V.; SILVA, J. E.; FILHO, M. M. Resistance of Brazilian, diamondback moth populations to insecticides. *Scientia Agricola*, v. 68, n. 2, p. 154-159, Mar/Abr, 2011.
23. OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Protection*, v. 56, p. 50-54, Fev, 2014.
24. PEREIRA, C. J.; PEREIRA, E. J. G.; CORDEIRO, E. M. G.; DELLA LUCIA, T. M. C.; TÓTOLA, M. R.; GUEDES, R. N. C. Organophosphate resistance in the maize weevil *Sitophilus zeamais*: Magnitude and behaviour. *Crop Protection*, v. 28, p. 168-173, Fev, 2009.
25. PEREIRA, R. R. Insecticides toxicity and walking response of three pirate bug predators of the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Agricultural and Forest Entomology*, v. 16, n. 3, p. 293-301, Abr, 2014.
26. PÉREZ, C. J.; ALVARADO, P.; NARVÁEZ, C.; MIRANDA, F.; HERNÁNDEZ, L.; VANEGAS, H.; HRUSKA, A.; SHELTON, A. M. Assessment of insecticide resistance in five pests attacking field and vegetable crops in Nicarágua. *Journal of Economic Entomology*, v. 90, n. 1, p. 87-93, Jan, 2000.
27. ROCHA, A. G.; OLIVEIRA, B. M. S.; MELO, C. R.; SAMPAIO, T. S.; BLANK, A. F.; LIMA, A. D.; NUNES, R. S.; ARAÚJO, A. P. A.; CRISTALDO, P. F.; BACCI, L. Lethal effect and behavioral responses of leaf-cutting ants to essential oil of *Podostemon cablin* (Lamiaceae) and its nanoformulation. *Neotropical Entomology*, v. 47, n. 6, p. 796-779, Dez, 2018
28. ROMERO, A.; POTTER, M. F.; HAYNES, K. F. Behavioral responses of the bed bug to insecticides residues. *Journal of Medical Entomology*, v. 46, n. 1, p. 51-57, Jan, 2009.
29. SANTOS, V. C.; SIQUEIRA, H. A. A.; SILVA, J. E.; FARIAS, M. J. D. C. Insecticide resistance in populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), from the State of Pernambuco, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 40, n. 2, p. 264-270, Mar/Abr, 2011.

30. SARFRAZ, M.; KEDDIE, A. B.; DOSDALL, L. M.; Biological control of the diamondback moth *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology*, v. 15, n. 8, p. 763-789, Jan, 2005.
31. SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, v. 30, n. 3, p. 507-512, Set, 1974.
32. SINIARD, D. J.; WADE, M. J.; DRURY, D. W. Evolutionary genetics of insecticide resistance and the effects of chemical rotation. *BioRxiv*, v. 1, n. 1, Ago, 2016.
33. SUITER, K. A.; GOULD, F. Physiological resistance and behavioral avoidance responses to residues of four pesticides by six spider mite populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 71, n. 1, Abr, 1994.
34. VÉLEZ, M.; BARBOSA, W. F.; QUINTERO, J.; CHEDIAK, M.; GUEDES, R. N. C. Deltamethrin-and spinosad-mediated survival, activity and avoidance of the grain weevils *Sitophilus granarius* and *S. zeamais*. *Journal of Stored Products Research*, v. 74, p. 56-65, 2017.
35. VÉLEZ, M.; BERNARDES, R. C.; BARBOSA, W. F.; SANTOS, J. C.; GUEDES, R. N. C. Walking activity and dispersal on deltamethrin- and spinosad-treated grains by the maize weevil *Sitophilus zeamais*. *Crop Protection*, v. 118, p. 50-56, Abr, 2019.
36. VILAS BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A.; MONNERAT, R. G.; FRANÇA, F. H. Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas e impactos sobre a população natural de parasitoides. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 4, p. 696-699, Out/Dez, 2004.
37. WATSON, E.; BARSON, G. A. Laboratory assessment of the behaviour responses of three strains of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) to three insecticides and the insect repellent N,N-diethyl-m-toluamide. *Journal of Stored Products Research*, v. 32, p. 59-67, Jan, 1996.
38. ZAGO, H. B.; SIQUEIRA, H. Á. A.; PEREIRA, E. J.G.; PICANÇO, M. C.; BARROS, R. Resistance and Behavioral response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. *Pest Management Science*, v. 70, n. 3, p. 488-495, Jun, 2014.

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE POPULAÇÕES DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOBRE ÁREA TRATADA COM O INSETICIDA METILCARBAMATO DE OXINA
ALTERATION OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) POPULATIONS ON AN AREA TREATED WITH THE OXINE METHYL CARBAMATE INSECTICIDE

SILVA FILHO, José Gomes da; MELO, Iuri Andrade de; FARIAS, Thiago Izaquiel de; TSCHOEKE, Lucas Felipe Prohmann; FRANCO JUNIOR, Cícero Luiz; BADJI, César Auguste

39. ZALUCKI, M. P.; FURLONG, M. J.; Behavior as a mechanism of insecticide resistance: evaluation of the evidence. *Current Opinion in Insect Science*, v. 21, p. 19-25, Jun, 2017.
40. ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHUNG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pest *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Just how long is a piece of string. *Journal of Economic Entomology*, v. 105, n. 4, p. 1115-1129, Ago, 2012.
41. ZHANG, S.; ZHANG, X.; SHEN, J.; MAO, K.; YOU, H.; LI, J. Susceptibility of field populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, to a selection of insecticides in Central China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 132, p. 38-46, Set, 2016.