

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA CAMILA GUALDA BERSANI

TOXICIDADE DE INSETICIDAS À TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *Plutella xylostella*  
(LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E AO ENDOPARASITOIDE  
LARVAL *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV, 1912) (HYMENOPTERA:  
EULOPHIDAE)

CURITIBA

2019

BRUNA CAMILA GUALDA BERSANI

TOXICIDADE DE INSETICIDAS À TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS *Plutella xylostella*  
(LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E AO ENDOPARASITOIDE  
LARVAL *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV, 1912) (HYMENOPTERA:  
EULOPHIDAE)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Amilton Foerster

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Bersani, Bruna Camila Gualda

Toxicidade de inseticidas à traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e ao endoparasitoide larval *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae). / Bruna Camila Gualda Bersani. – Curitiba, 2019.

36 p.: il.

Orientador: Luís Amilton Foerster

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Traça 2. Pragas agrícolas – Controle Biológico 3. Inseticidas – Toxicologia I. Título II. Foerster, Luis A. (Luis Amilton), 1947 III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20. ed.) 595.78



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -  
40001016008P4

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **BRUNA CAMILA GUALDA BERSANI** intitulada: **TOXICIDADE DE INSETICIDAS À TRAÇA DAS CRUCÍFERAS *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E AO ENDOPARASITOIDE LARVAL *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV, 1912) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 19 de Fevereiro de 2019.

LUÍS AMILTON FOERSTER

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALESSANDRA REGINA BUTNARIU

Avaliador Externo (UNEMAT)

MARION DO ROCIO FOERSTER

Avaliador Externo (UFPR)

A minha família,  
Sérgio, Marcia e Ana Cássia

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família por todo apoio e suporte em todos os momentos de minha vida, especialmente durante esta jornada;

Ao professor e orientador Luís Amilton Foerster, pelos ensinamentos passados ao longo destes dois anos;

A Angélica Massarolli e Jeniffer Bastos, pelo companheirismo;

Aos meus colegas da turma do mestrado;

Aos funcionários do PPGZoo Vanessa, Douglas e Fabiane que sempre se dispuseram a ajudar quando preciso;

A professora Mônica, por disponibilizar a estrutura necessária no Laboratório de Entomologia;

Ao Professor Faleiro, pela disponibilização do Laboratório de Biologia Molecular e Celular quando necessário;

Ao Sr. Charles, por permitir que utilizássemos sua área de produção para coleta;

A Tamara, Aline, Adélia, Pamela e Guilherme;

Ao Cassiano Sztoltz, Juliano Sztoltz e Anderson Martinello pela ajuda na obtenção com os inseticidas utilizados;

A equipe do Trichogramma: Angélica, João Pedro, Rayanna, Beatriz, Gabriel, Fernando, Bruno, Raquel e Romário, pelas risadas, ensinamentos e companheirismo ao longo desta pesquisa.

A Capes pela bolsa de mestrado concedida.

[...] podemos olhar com certa confiança para um futuro seguro e bastante longo; e, como a seleção natural trabalha somente pelo e para o bem de cada indivíduo [...].

A origem das espécies – Charles Darwin

## RESUMO

Atualmente entre as ameaças à biodiversidade está a contaminação ambiental pelo uso indiscriminado de inseticidas para controle de insetos praga, como o microlepidóptero *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) que, durante a fase larval, se alimenta de vegetais da família Brassicaceae, como couve, brócolis e repolho. Devido aos danos causados pelas lagartas, o controle químico é o mais utilizado para controlar a população deste inseto em cultivos comerciais. Porém, o uso indiscriminado destes produtos acarreta em efeitos adversos para a fauna e flora local, assim, o uso de alternativas menos prejudiciais é almejado. Nesse contexto, o uso de agentes biológicos de controle de *P. xylostella*, como o endoparasitoide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae), torna-se importante. Com isso, este trabalho teve como objetivo, investigar o efeito de inseticidas utilizados em cultivos de brássicas sobre *O. sokolowskii* durante seu desenvolvimento larval. Para tanto, foram realizados bioensaios em laboratório, visando avaliar o efeito dos inseticidas acefato, *Bacillus thuringiensis*, clorantraniliprole, cyantraniliprole, imidacloprido e novarulon, aplicados via ingestão e contato sobre lagartas parasitadas e não parasitadas de *P. xylostella*. *Bacillus thuringiensis* e clorantraniliprole promoveram maiores mortalidades em lagartas não parasitadas e parasitadas. A partir das vespas emergidas, foi avaliada a razão sexual e número de insetos emergidos por tratamento, não havendo diferenças significativas para o número de vespas emergidas. A partir do estudo realizado, podemos sugerir que a população da traça-das-crucíferas estudada pode apresentar resistência aos inseticidas utilizados, exceto o inseticida biológico, que não se configura como seletivo ao endoparasitoide em estudo, assim como, o inseticida clorantraniliprole.

**Palavras-chave:** Traça-das-crucíferas. *Oomyzus sokolowskii*. Controle químico. Controle biológico. Seletividade.

## ABSTRACT

Currently, among the threats to biodiversity, is environmental contamination due to the indiscriminate use of insecticides to control insect pests, such as the diamondback moth *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) which, during the larval phase feeds on plants of the Brassicaceae family such as collard greens, broccoli and cabbage. Due to the damage caused, chemical control is the most used to control the population of this insect in commercial crops. However, the indiscriminate use of these products leads to adverse effects on local fauna and flora, so the use of less harmful alternatives is sought. In this context, the use of biological control agents of *P. xylostella*, such as the endoparasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae), becomes important. The objective of this work was to investigate the effect of insecticides used in brassica crops on *O. sokolowskii* during larval development. Laboratory bioassays were carried out to evaluate the effect of the insecticides acephate, *Bacillus thuringiensis*, chlorantraniliprole, cyantraniliprole, imidacloprid and novarulon, applied through ingestion and contact on *P. xylostella* parasitized and unparasitized caterpillars. *Bacillus thuringiensis* and chlorantraniliprole promoted higher mortalities in non-parasitized caterpillars. From the wasps emerged, the sex ratio and number of wasps emerged in each treatment were evaluated, and no significant differences were recorded for the number of wasps emerged. From the results obtained. we can suggest that the studied moth population could be resistant to the insecticides used, except for the biological insecticide, which was not considered as selective to the endoparasitoid under study, as well as the insecticide clorantraniliprole.

**Keywords:** Diamondback-moth. *Oomyzus sokolowskii*. Chemical control. Biological control. Selectivity.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
2.1 LOCAL DE PESQUISA .....	21
2.2 CRIAÇÃO DOS INSETOS.....	21
2.2.1 Traça-das-crucíferas .....	21
2.2.2 Endoparasitoide .....	22
2.3 BIOENSAIOS .....	23
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente os consumidores vêm se tornando conscientes de que a ingestão de alimentos saudáveis é fundamental para uma boa qualidade de vida; assim, buscam por produtos que se apresentem seguros para a saúde. Neste cenário, encontra-se a couve de folha, *Brassica oleracea* var *acephala*, consumida preferencialmente *in natura*.

Na produção de vegetais utilizados como fonte de alimento, alguns fatores podem interferir, como, por exemplo, a ocorrência de insetos fitófagos. Para se produzir couve de folha, um dos fatores limitantes é o ataque do microlepidóptero *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (TALEKAR; SHELTON, 1993), popularmente conhecido como traça-das-crucíferas. A fase larval deste inseto é a responsável por prejuízos na produção, uma vez que as lagartas se alimentam das folhas, depreciando assim, o produto final (CZEPAK et al., 2005). Estimativas indicam que os custos com manejo e perdas, em todas as regiões produtoras, esteja entre 4 e 5 bilhões de dólares anualmente (ZALUCKI et al., 2012).

A traça-das-crucíferas possui uma relação de co-evolução com espécies de Brassicaceae, uma vez que necessita dos estímulos gerados pelos glucosinolatos para encontrar o hospedeiro, iniciar a alimentação e ovipositar (THORSTEINSON 1953; SHELTON, 2001; RENWICK et al., 2006). Os adultos são de coloração parda com um desenho no dorso que lembra um diamante (CASTELO BRANCO; GATEHOUSE, 1997); apresentam atividade de oviposição após o crepúsculo, quando a fêmea deposita seus ovos nas folhas e/ou pecíolos, em locais próximos a depressões e nervuras centrais (HARCOURT, 1957). Cada fêmea pode ovipositar até 350 ovos ao longo de sua vida (CASTELO BRANCO; GATEHOUSE, 1997). Os ovos são de coloração amarela possuindo menos de 1 mm, comumente colocados individualmente, com período de incubação dependente da temperatura ambiente (CASTELO BRANCO; GATEHOUSE, 1997). Os instares larvais são divididos em quatro; no primeiro instar a larva penetra na folha e se alimenta do parênquima, construindo galerias ao longo da folha (IMENES et al., 2002). Após aproximadamente três dias, ela se desloca para a superfície da folha e começa a se alimentar da epiderme, causando assim, o dano que deprecia o produto final (CZEPAK et al., 2005). Ao fim do estágio larval, é produzido um casulo, onde a pupa

ficará protegida até a emergência do adulto (TALEKAR; SHELTON, 1993). O ciclo é influenciado pelas condições climáticas, podendo variar de 13,4 a 72 dias em temperaturas de 32,5 a 10 °C (MARCHIORO; FOERSTER, 2011).

Para evitar os prejuízos causados pela traça, é comum a aplicação de inseticidas para o controle deste lepidóptero (SYED, 1992; BOIÇA JÚNIOR et al., 2013). Contudo, desde a publicação do livro Primavera Silenciosa (CARSON, 2010) lançado em 1962, é de conhecimento que o uso de agroquímicos interfere no desenvolvimento do organismo alvo e de todo o agroecossistema, contaminando constituintes da fauna e flora (STEFFEN et al., 2011).

No local de cultivo de uma espécie vegetal existe a presença de uma fauna benéfica, representada pelos inimigos naturais, que atuam controlando os organismos não desejados, como, a traça-das-crucíferas (SEIF; NYAMBO, 2013). Porém, em muitos casos, estes organismos benéficos, acabam sendo prejudicados com a aplicação de produtos químicos (THULER et al., 2008). Além disso, o uso indiscriminado de inseticidas proporciona a seleção de indivíduos resistentes dentro da população de inseto praga, inviabilizando o uso de tal inseticida para controlar aquele inseto. Assim alternativas que contribuam para a redução no uso de inseticidas, como o controle biológico, tornam-se relevantes e vão de encontro aos pressupostos do Manejo Integrado de Pragas.

Entre os inimigos naturais da traça-das-crucíferas são conhecidas 90 espécies que parasitam as diferentes fases de vida da traça, entre elas seis espécies de parasitoides de ovos, 38 endoparasitoides de lagartas e 13 parasitoides de pupa (GOODWIN, 1979; LIM, 1986). Porém, os parasitoides de ovos pouco contribuem no controle natural, e, para serem efetivos, requerem liberações constantes, sendo os parasitoides larvais os que mais contribuem efetivamente para o controle deste inseto (TALEKAR; SHELTON, 1993).

*Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) é um dos parasitoides larvais da traça-das-crucíferas (OOI, 1988; WANG et al., 1999). No Brasil, já foi relatado parasitando lagartas no Rio Grande do Sul (FERRONATO; BECKER, 1984), Pernambuco (LOGES, 1996), Distrito Federal (CASTELO BRANCO et al., 2001), Paraná (MARCHIORO; FOERSTER, 2016) e Mato Grosso (BERSANI et al., 2017).

Este endoparasitoide parasita todos os instares larvais de *P. xylostella* (CHELLIAH; SRINIVASAN, 1986), com preferência para lagartas de terceiro e quarto instar (TALEKAR 1996; NAKAMURA; NODA, 2002). Porém, quando parasita na fase de pré-pupa, o período de desenvolvimento do parasitoide é curto, comparado com as demais fases (NAKAMURA; NODA, 2001). Ao se trabalhar com as exigências térmicas para esta espécie, com população proveniente do nordeste brasileiro, constatou-se que a 25 °C o tempo de desenvolvimento foi de 15,5 dias, e, a 28 °C, a sobrevivência do endoparasitoide foi elevada comparada às demais temperaturas (FERREIRA et al., 2003). Silva-Torres et al. (2009), ao avaliarem a atividade de parasitismo, constataram que fêmeas de *O. sokolowskii* com idades entre 48 e 96 horas realizam mais encontros com o hospedeiro, havendo assim, maiores porcentagens de parasitismo.

Contudo, ao se adotar o controle biológico, é preciso que se tenha em mente que inseticidas seletivos devem ser utilizados para evitar que os inimigos naturais presentes no local sejam eliminados. Para *O. sokolowskii* alguns inseticidas já foram testados, entre eles, metomil, avermectin, fipronil, acefato, acetamiprid, benzoato de emamectina, esfenverato, indoxacarb, spinosad, methoxyfenozide, entre outros, que, ao serem impregnados em superfície para contato do endoparasitoide, provocaram mortalidade acima de 80% (SHI et al., 2004; CORDERO et al., 2007; BACCI et al., 2009). Ao estudar a toxicidade oral de reguladores de crescimento, como, chlorfluazuron, flufenoxuron e teflubenzuron, observou-se que, a taxa de parasitismo foi inferior a 60% (HASEEB et al., 2005). Já em avaliações de toxicidade por contato em adultos de *O. sokolowskii*, tratamentos com chlorfenapyr, benzoato de emamectina e permetrina promoveram mortalidade de 100% dos adultos (HASEEB et al., 2005).

Tendo-se em vista o exposto, é fundamental que se tenha conhecimento do efeito de diferentes inseticidas utilizados para o controle da traça-das-crucíferas sobre o parasitoide larval *O. sokolowskii*; assim, este trabalho visa avaliar o efeito de inseticidas químicos e biológico sobre esta espécie em laboratório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCI, L.; PIKANÇO, M. C.; SILVA, E. M.; MARTINS, J. C.; CHEDIAK, M.; SENA, M. E. Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 2045-2051, 2009.
- BERSANI, B. C. G.; MASSAROLLI, A.; CASAGRANDE, R. R.; PEREIRA, M. J. B.; COSTA, V. A.; FOERSTER, L. A. Registro de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em Mato Grosso. In: Simpósio de Controle Biológico, 15., 2017, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SEB, 2017, p. 372.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L. Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 22-31, 2013.
- CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1. ed. São Paulo: Gaia, 2010.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L. Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artrópodes de importância econômica. EMBRAPA-CNPQ. Comunicado Técnico da EMBRAPA Hortaliças, 1997.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A.; LEAL, J. G. T. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 60-63, 2001.
- CHELLIAH, S.; SRINIVASAN, K. Bioecology and management of diamondback moth in India. In: **Diamondback Moth Management**. Proceedings of the First International Workshop, Tainan, Taiwan, 11-15 March, 1985. Asian Vegetable Research and Development Center, 1986. p. 63-76.
- CORDERO, R. J.; BLOOMQUIST, J. R.; KUHAR, T. P. Susceptibility of two diamondback moth parasitoids, *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera; Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera; Eulophidae), to selected commercial insecticides. **Biological Control**, v. 42, n. 1, p. 48-54, 2007.
- CZEPAK, C.; MARÇAL FERNANDES, P.; SANTANA, H. G.; SHIGEO TAKATSUKA, F.; LELIS ROCHA, C. D. Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 129-131, 2005.

FERREIRA, S. W. J.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 407-411, 2003.

FERRONATO, E. M. O.; BECKER, M. Abundância e complexo de parasitoides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* D.C. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, n. 2, p. 261-278, 1984.

GOODWIN, S. Changes in Numbers in the Parasitoid Complex Associated With the Diamond-Back Moth, *Plutella Xylostella* (L.) (Lepidoptera), in Victoria. **Australian Journal of Zoology**, v. 27, n. 6, p. 981-989, 1979.

HARCOURT, D. G. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in eastern Ontario. II. Life-history, behaviour, and host relationships. **The Canadian Entomologist**, v. 89, n. 12, p. 554-564, 1957.

HASEEB, M.; AMANO, H.; LIU, T. Effects of selected insecticides on *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Insect Science**, v. 12, n. 3, p. 163-170, 2005.

IMENES, S. D. L.; CAMPOS, T. B.; RODRIGUES NETTO, S. M.; BERGMANN, E. C. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em cultivo orgânico de repolho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 1, p. 81-84, 2002.

LIM, G. S. Biological control of diamondback moth. In: Talekar NS, editor. **Diamondback moth and other crucifer pests**. Proceedings of the First International Workshop, 11-15 March 1985. Tainan, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center. 1986. p. 159-171.

LOGES, V. Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitoide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo. 1996. 98p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 5, p. 533-541, 2011.

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A.. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 328-333, 2016.

NAKAMURA, A.; NODA, T. Host-age effects on oviposition behavior and development of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval-pupal

parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 36, n. 3, p. 367-372, 2001.

NAKAMURA, A.; NODA, T. Effects of host age and size on clutch size and sex ratio of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 37, n. 2, p. 319-322, 2002.

OLIVEIRA, M. D. S.; LACERDA, L. N. L.; SANTOS, L. C. D.; LOPES, A. C. S.; CÂMARA, A. M. C. S.; MENZEL, H. J. K.; HORTA, P. M. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, p. 2313-2322, 2015.

OOI, P. A. C. Laboratory studies of *Tetrastichus sokolowskii*. **Entomophaga**, v. 33, n. 2, p. 145-152, 1988.

RENWICK, J. A. A.; HARIBAL, M.; GOINGUENÉ, S.; STÄDLER, E. Isothiocyanates stimulating oviposition by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of chemical ecology**, v. 32, n. 4, p. 755-766, 2006.

REYES-MUNGUÍA, A.; ROSAS-TREJO, L.; CAMPOS-MONTIEL, R. G.; QUINTERO-LIRA, A.; CARRILLO-INUNGARAY, M. L. Propiedades antioxidantes del extracto acuoso de *Brassica Oleracea* var. *Sabellica*. **Revista De Ciencias Ambientales y Recursos Naturales**, v. 3, n. 8, p.30-34, 2017.

SEIF, A. A.; NYAMBO, B. **Manual de Manejo Integrado de Pragas das Brássicas na África Oriental**. Centro Internacional para Fisiologia e Ecologia de Insectos, 2013.

SHELTON, A. M. Management of the diamondback moth: déjà vu all over again. In: ENDERSBY, N. M.; RIDLAND, P. M. **The Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests**: Proceedings of the 4th International Workshop, 26-29 November 2001, Melbourne, Australia.

SHI, Z. H.; GUO, S. J.; LIN, W. C.; LIU, S. S. Evaluation of selective toxicity of five pesticides against *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae) and their side-effects against *Cotesia plutellae* (Hym: Braconidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hym: Eulophidae). **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 60, n. 12, p. 1213-1219, 2004.

SILVA-TORRES, C. S. A.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 512-519, 2009.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecno-lógica**, v. 15, n. 1, p. 15-21, 2011.

SYED, A. R. Insecticide resistance in diamondback moth in Malaysia. In: TALEKAR, N.S. **Diamondback Moth and Other Crucifer Pests**: Proceedings of the Second International Workshop, AVRDC, Shanhua, Taiwan, p. 437–442, 1992.

TALEKAR, N. S. Characteristics of parasitism of diamondback moth by *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). In: SIVAPRAGASAM, A.; LOKE, W.H.; HUSSAN, A. K.; LIM G.S. **The Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests**: Proceedings of the Third International Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, Malaysian Agricultural Research Institute, p. 97-103, 1996.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 275-301, 1993.

THORSTEINSON, A. J. The chemotactic responses that determine host specificity in an oligophagous insect (*Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera). **Canadian Journal of Zoology**, v. 31, n. 1, p. 52-72, 1953.

THULER, R. T.; BORTOLI, S. A. D.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; PRATISSOLI, D. Interação tritrófica e influência de produtos químicos e vegetais no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n. 4, p. 1154-1160, 2008.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO A. M. T.; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. **Hortaliças e Plantas Medicinais**: Manual Prático. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico. 2010. 72p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 199).

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E. P.; ARAÚJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS, F. A.; FIQUEIREDO, G. J. B.; NOVO, M. C. S. S. **Couve de folha**: do plantio à pós-colheita. Campinas: Instituto Agrônômico, 2015. 36 p. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214)

WANG, X.; WU, S.; YANG, Y.; WU, Y. Molecular cloning, characterization and mRNA expression of a ryanodine receptor gene from diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 102, n. 3, p. 204-212, 2012.

WANG, X. et al. Effects of host stages and temperature on population parameters of *Oomyzus sokolowskii*, a larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella*. **BioControl**, v. 44, n. 4, p. 391-403, 1999.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115-1129, 2012.

**Toxicidade de inseticidas à traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e ao endoparasitoide larval *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae)**

**RESUMO**

A traça-das-crucíferas é um dos principais fatores limitantes para o cultivo de brássicas, como couve, repolho e brócolis. Visando reduzir os danos causados ao produto final, é preciso controlar a população deste inseto, o que ocorre principalmente com inseticidas, que, devido ao uso indiscriminado provoca contaminações e prejuízos à biodiversidade existente no local, assim como, a seleção de linhagens resistentes. O uso de parasitoides para o controle populacional deste inseto seria uma alternativa viável, e, neste cenário, encontra-se o endoparasitoide, larval-pupal, *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae). Porém, o uso de inseticidas pode prejudicar os organismos não alvos, como os parasitoides e predadores. Deste modo, trabalhos que investiguem o efeito de produtos utilizados no controle químico sobre organismos não alvos são importantes para que se pratique o manejo da praga, de forma que os demais organismos não sejam afetados. Assim, este trabalho teve por objetivo, investigar os efeitos da exposição a produtos químicos e biológico sobre a fase larval de *O. sokolowskii*. Para tanto, parasitoide e hospedeiro foram criados em laboratório sob condições controladas. Os tratamentos foram compostos por um controle positivo (acefato) e um negativo (água), quatro inseticidas químicos e um inseticida biológico mediante a aplicação via contato e ingestão, com lagartas parasitadas e não parasitadas. Cada tratamento foi composto por 10 repetições com cinco insetos cada. Para tanto, discos de couve foram submersos por 10 segundos no respectivo tratamento, e após duas horas de secagem do produto, os discos foram colocados em placa de Petri e as lagartas foram colocadas sobre os discos. As avaliações de mortalidade das lagartas foram realizadas a cada 24 horas. Para a análise estatística, utilizou-se Anova, Scott Knott e teste t. A partir dos resultados, observou-se que o inseticida de origem biológica promoveu maior mortalidade de lagartas parasitadas e não parasitadas, logo, não sendo seletivo para o endoparasitoide. Quando avaliada a emergência de vespas por tratamento e entre tratamento não foi observada diferença significativa, assim como, para a razão sexual. Porém, novos estudos devem ser realizados para se testar a provável resistência que a população estudada possui em relação aos demais inseticidas testados.

**Palavras-chave:** *Plutella xylostella*. Endoparasitoide. Controle biológico.

## ABSTRACT

### **Toxicity of insecticides to the diamondback moth *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) and larval endoparasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae)**

The diamondback moth is one of the main limiting factors for the cultivation of brassicas, such as cabbage, broccoli and collard greens. In order to reduce the damage caused to the final product, it is necessary to control the population of this insect, which is achieved mainly with insecticides, which due to their indiscriminate use causes contaminations and damage to the local biodiversity, as well as the selection of resistant strains. The use of parasitoids for population control of this insect would be a viable alternative, and in this scenario, the larval-pupal endoparasitoid, *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) is found. However, the use of insecticides can harm non-target organisms such as parasitoids and predators. Thus, research investigating the effect of products used in chemical control on non-target organisms is important to practice pest management, so that other organisms are not affected. Thus, this work aimed to investigate the effects of exposure to chemical and biological products on the larval phase of *O. sokolowskii*. Parasitoids and hosts were raised in the laboratory under controlled conditions. The treatments consisted of a positive control (acephate) and a negative one (water), four chemical insecticides and a biological insecticide by application via contact and ingestion, on parasitized and non-parasitized caterpillars. Each treatment consisted of 10 replicates with five insects each. To do so, cabbage discs were immersed for 10 seconds in the respective treatment, and after two hours of drying the product, the discs were placed in Petri dishes and the caterpillars were placed on the discs. The mortality estimates of caterpillars were performed every 24 hours. For the statistical analysis, we used Anova, Scott Knott and t test. The insecticide of biological origin promoted a higher mortality of parasitized and non-parasitized caterpillars, thus being considered not selective for the endoparasitoid. When evaluating the emergence of wasps by treatment and between treatments, no significant difference was observed, as well as for sex ratio. However, new studies must be carried out to test the probable resistance that the studied population has in relation to the other insecticides tested.

**Key-Words:** *Plutella xylostella*. Endoparasitoid. Biological Control. Selectivity.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o hábito alimentar da população brasileira tem se voltado para o consumo de maiores quantidades de hortaliças *in natura*, entre elas, a couve de folha *Brassica oleracea* var *acephala* (VILELA; HENZ, 2000; DANTAS et al., 2005). As brássicas em geral são nutricionalmente importantes para a alimentação humana por apresentarem altos teores de fibras, proteínas, ferro, cálcio, antioxidantes e compostos fenólicos que auxiliam na prevenção de câncer (CARVALHO et al., 2006; REYES-MUNGUÍA et al., 2017).

O cultivo desta folhosa é prejudicado pela presença de insetos que causam danos diminuindo a produção, entre eles a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (TALEKAR; SHELTON, 1993). Esta traça é um microlepidóptero que se alimenta na fase larval das folhas de couve (MEDEIROS et al., 2003), que é o produto comercial final, prejudicando assim o desenvolvimento da planta e a comercialização do produto (MONNERAT et al., 2004).

Para diminuir os prejuízos, ocorrem aplicações de inseticidas, que podem chegar a até três produtos diferentes na mesma semana visando controlar o inseto (CASTELO BRANCO et al., 2001). Porém, essas aplicações indiscriminadas causam vários danos, visto que, eliminam os inimigos naturais do local (SARFRAZ et al., 2005), selecionam indivíduos resistentes da traça (CASTELO BRANCO; GATEHOUSE, 1997), contaminam os alimentos, solo e corpos d'água ameaçando toda a biodiversidade existente localmente e no seu entorno (SOARES; PORTO, 2007).

Dentre os inimigos naturais da traça-das-crucíferas encontra-se o endoparasitoide larval-pupal, gregário e cenobionte, *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae), que parasita preferencialmente lagartas do segundo ao quarto instar (NAKAMURA; NODA, 2002). No Brasil, existe seu registro no Rio Grande do Sul (FERRONATO; BECKER, 1984), Pernambuco (LOGES, 1996), Distrito Federal (CASTELO BRANCO et al., 2001), Paraná (MARCHIORO; FOERSTER, 2016) e Mato Grosso (BERSANI et al., 2017). Este endoparasitoide já foi utilizado em programas de controle biológico devido à sua

elevada capacidade de parasitismo, que pode atingir entre 68 e 100%, o que o torna um dos principais inimigos naturais de *P. xylostella* (COCK, 1985).

Porém, muitos inseticidas utilizados para controlar a traça-das-crucíferas podem ser prejudiciais para as populações de inimigos naturais, como *O. sokolowskii*. Testes em laboratório indicam que quando pupas de *P. xylostella* contendo os parasitoides em desenvolvimento entram em contato com o inseticida permetrina, ocorre mortalidade pupal dos endoparasitoides de 37,5% (HASEEB et al., 2005).

Desta forma, sabendo que a aplicação de inseticidas pode reduzir ou eliminar a população do endoparasitoide no campo, é necessário ter conhecimento de quais inseticidas são seletivos ao inseto benéfico. Assim, este trabalho objetivou investigar a toxicidade de cinco inseticidas químicos e um inseticida biológico às fases imaturas de *O. sokolowskii*.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCAL DE PESQUISA**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Stieler – Tangará da Serra.

### **2.2 CRIAÇÃO DOS INSETOS**

As criações foram iniciadas a partir da coleta de lagartas da traça-das-crucíferas, em cultivo de couve-manteiga de uma propriedade hortícola distante 20 km do centro da cidade de Tangará da Serra. As lagartas coletadas foram levadas ao laboratório e observadas quanto à emergência da mariposa ou do parasitoide, para então serem inseridas na criação.

#### **2.2.1 Traça-das-crucíferas**

Os adultos da traça foram mantidos em gaiolas de acetato contendo na extremidade superior duas tampas, onde a inferior possuía um corte quadrado que deixava uma área livre de 4 x 4 cm onde era colocado um pedaço de couve e sobre esta tampa recortada e a folha, foi colocada outra a tampa totalmente fechada para impedir a saída das mariposas (MARCHIORO; FOERSTER, 2011). O pedaço de couve colocado na parte superior da gaiola estimulava a oviposição e era trocado três vezes por semana.

As larvas foram mantidas em um pote plástico de 25,8 x 22,8 x 21,4 cm contendo uma abertura lateral e a parte superior coberta por tecido *voil*. Dentro da gaiola foi colocado um béquer de 250 mL contendo 50 mL de água para manter a turgescência das folhas de couve que serviram de alimento para as lagartas. A manutenção era realizada três vezes por semana, acrescentando mais folhas e retirada das pupas, que foram mantidas em potes plásticos até a emergência dos adultos, que foram transferidos para gaiolas.

As folhas de couve-manteiga utilizadas para a alimentação das lagartas foram cultivadas em casa de vegetação, com tratamentos culturais recomendados para a cultura, exceto a aplicação de inseticidas químicos. A manutenção da criação era realizada três vezes por semana e a criação mantida em sala com temperatura controlada de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade do ar  $70 \pm 20\%$  e fotofase de 12 horas.

### 2.2.2 Endoparasitoide

Para a criação de *O. sokolowskii* a metodologia foi adaptada de Silva-Torres et al. (2009a); para tanto, foram utilizados potes plásticos retangulares de 4,5 L, contendo furos para permitir a troca de oxigênio com o ambiente externo, que durante o parasitismo permaneceu dentro de estufa B.O.D. com temperatura de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. Para o parasitismo, foram ofertadas lagartas de terceiro instar. Após o parasitismo as lagartas foram colocadas em gaiolas e mantidas até a fase de pupa, quando eram retiradas e colocadas em potes plásticos de 145 mL. No quinto dia da fase de pupa era possível distinguir quais pupas estavam parasitadas, por meio da coloração marrom, sendo assim, individualizadas em micro tubos de 5 mL e observada a emergência dos parasitoides que foram alimentados com uma solução de mel a 70%.

## 2.3 BIOENSAIOS

Os bioensaios foram realizados utilizando inseticidas seguindo as dosagens máximas recomendadas para aplicação em campo (Tabela 1), além de um controle negativo composto por água e um controle positivo utilizando o inseticida acefato. Para cada tratamento foram feitas 10 repetições, cada uma com cinco lagartas, parasitadas e não parasitadas de terceiro instar, mantidas em estufa B.O.D. a  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

**Tabela 1 - Inseticidas utilizados para a avaliação da toxicidade em lagartas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) parasitadas e não parasitadas por *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae).**

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Grupo químico</b>	<b>Modo de ação</b>	<b>Concentração</b>
Acefato	Organofosforado	Contato e ingestão	100 g/100 L de água
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Biológico	Ingestão	50 g/100 L de água
Clorantraniliprole	Antranilamida	Contato e ingestão	7,5 mL/100L
Cyantraniliprole	Antranilamida	Contato e ingestão	100 mL/800 L de água
Imidacloprido	Neonicotinóide	Sistêmico	200 g/há
Novaluron	Benzoilureia	Fisiológico	50 mL/100 L de água

A metodologia utilizada para a montagem dos bioensaios foi adaptada do trabalho realizado por De Bortoli et al. (2012). Para tanto, visando avaliar a toxicidade dos tratamentos por ingestão, discos de couve de 8,5 cm de diâmetro foram mergulhados nos tratamentos por 10 segundos e colocados para secar sobre bancada em temperatura ambiente de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Após duas horas de secagem do produto, os discos foram distribuídos em placas de Petri contendo papel filtro, onde receberam 5 lagartas de terceiro instar, parasitadas e não parasitadas, e serviram como alimento por 24 horas. Para a obtenção de lagartas parasitadas, as mesmas foram expostas com 24 horas de antecedência aos endoparasitoides, seguindo a metodologia de criação dos mesmos.

Na toxicidade por contato, as lagartas foram colocadas em uma placa plástica e pulverizadas utilizando-se um compressor de ar (marca Schulz, modelo Jet Fácil com pressão operacional máxima de  $40 \text{ lbf/pol}^2$ ) acoplado a uma pistola tipo aerógrafo dentro de capela de exaustão em laboratório. Após a pulverização, as lagartas foram transferidas para discos de couve livres de tratamento.

As avaliações ocorreram a cada 24 horas avaliando-se a mortalidade das lagartas. Quando na fase de pupa, as mesmas foram colocadas em tubos de fundo chato vedado com filme plástico e observadas quanto à emergência de adultos de *P. xylostella* ou de *O. sokolowskii*.

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise constituiu em uma análise de variância (ANOVA) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% utilizando o ambiente computacional R Studio (R CORE TEAM, 2018) e o pacote Scott Knott (JELIHOVSCHI et al., 2014), além do teste t para comparação entre modos de aplicação dos tratamentos.

## 3 RESULTADOS

A partir da avaliação dos tratamentos aplicados via contato, observou-se que o inseticida *B. thuringiensis* provocou maior mortalidade de lagartas não parasitadas e parasitadas (Tabelas 2 e 3) em todas as avaliações, seguido do tratamento com acefato e clorantraniliprole em 120 horas de avaliação para lagartas não parasitadas. Considerando o modo de ação por ingestão do inseticida biológico utilizado, é de se que a morte das lagartas que receberam o tratamento por contato, ao serem pulverizadas neste tipo de aplicação ingeriram o produto durante a pulverização, visto a mortalidade nesse tipo de aplicação.

**Tabela 2 - Média ± desvio padrão da mortalidade acumulada de lagartas de *Plutella xylostella* não parasitadas submetidas aos tratamentos via contato.**

Tratamentos	N	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	120 horas
Água	5	0,4 ± 0,51 c	0,7 ± 0,67 c	2,7 ± 1,05 a	2,7 ± 1,33 a	2,7 ± 1,33 b
Acefato	5	1,4 ± 0,96 b	1,7 ± 0,82 b	2,6 ± 0,96 a	3,3 ± 1,25 a	3,3 ± 1,25 a
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	2,3 ± 0,82 a	3,1 ± 1,19 a	3,5 ± 1,26 a	3,7 ± 0,94 a	3,7 ± 0,94 a
Clorantraniliprole	5	0,3 ± 0,48 c	0,8 ± 0,91 c	2,9 ± 1,37 a	3,4 ± 1,57 a	4,0 ± 1,05 a
Cyantraniliprole	5	0,7 ± 0,94 c	0,8 ± 1,03 c	1,9 ± 1,52 b	2,5 ± 1,17 a	2,5 ± 1,17 b
Imidacloprido	5	0,1 ± 0,31 c	0,3 ± 0,48 c	1,1 ± 1,19 b	2,2 ± 1,81 a	2,2 ± 1,81 b
Novarulon	5	0,5 ± 0,70 c	1,0 ± 0,81 c	2,1 ± 1,79 b	2,7 ± 1,41 a	2,8 ± 1,31 b
P		9.66 <sup>-09</sup>	1.27 <sup>-08</sup>	0.005	0.18	0.02

Valores seguidos por letras diferentes nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 3 - Média ± desvio padrão da mortalidade acumulada de lagartas de *Plutella xylostella* parasitadas submetidas aos tratamentos via contato.**

Tratamentos	N	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	120 horas
Água	5	0,1 ± 0,31 b	0,6 ± 0,69 b	1,2 ± 1,47 b	1,2 ± 1,47 b	1,2 ± 1,47 b
Acefato	5	0,6 ± 0,84 b	1,0 ± 0,94b	1,6 ± 1,42 b	1,9 ± 1,37 b	2,0 ± 1,24 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	2,4 ± 1,50 a	3,1 ± 1,44 a	3,5 ± 1,43 a	3,9 ± 1,28 a	3,9 ± 1,28 a
Clorantraniliprole	5	0,4 ± 0,96 b	0,5 ± 0,97b	1,6 ± 1,26 b	1,7 ± 1,15 b	1,8 ± 1,03 b
Cyantraniliprole	5	0,4 ± 0,84 b	0,9 ± 0,99 b	1,4 ± 1,07 b	1,5 ± 1,08b	1,7 ± 1,33 b
Imidacloprido	5	0,1 ± 0,31 b	0,8 ± 1,13 b	1,7 ± 1,25 b	1,7 ± 1,25 b	1,7 ± 1,25 b
Novarulon	5	0,1 ± 0,31 b	0,8 ± 1,03 b	2,0 ± 0,94 b	2,2 ± 1,03 b	2,2 ± 1,03 b
P		1.63 <sup>-07</sup>	6.31 <sup>-06</sup>	0.004	0.0002	0.0004

Valores seguidos por letras diferentes nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes ao bioensaio de contato foram verificados via ingestão, visto que *B. thuringiensis* e clorantraniliprole provocaram as maiores mortalidades em lagartas parasitadas e não parasitadas (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4 - Média ± desvio padrão da mortalidade acumulada de lagartas de *Plutella xylostella* não parasitadas submetidas aos tratamentos via ingestão.**

Tratamentos	N	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Água	5	0,0 ± 0,0 b	0,2 ± 0,42 c	0,2 ± 0,42 c	0,2 ± 0,42 c
Acefato	5	0,1 ± 0,31 b	0,2 ± 0,42 c	0,7 ± 0,67 c	1,1 ± 0,73 c
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	2,3 ± 1,49 a	3,2 ± 1,13 a	3,3 ± 1,25 a	3,6 ± 1,34 a
Clorantraniliprole	5	0,1 ± 0,31 b	2,0 ± 0,66 b	2,6 ± 0,84 a	3,0 ± 1,05 a
Cyantraniliprole	5	0,2 ± 0,42 b	0,5 ± 0,97 c	1,1 ± 1,19 b	2,1 ± 1,72 b
Imidacloprido	5	0,0 ± 0,0 b	0,1 ± 0,31c	0,4 ± 0,69 c	0,5 ± 0,84 c
Novarulon	5	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 c	1,6 ± 1,34 b	2,3 ± 1,15 b
P		1.33 <sup>-12</sup>	2 <sup>-16</sup>	3.67 <sup>-10</sup>	1.54 <sup>-09</sup>

Valores seguidos por letras diferentes nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 5 - Média ± desvio padrão da mortalidade acumulada de lagartas de *Plutella xylostella* parasitadas submetidas aos tratamentos via ingestão.**

Tratamentos	N	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Água	5	0,1 ± 0,31 b	0,4 ± 0,69 b	0,6 ± 0,84 b	0,6 ± 0,84 b
Acefato	5	0,3 ± 0,67 b	0,8 ± 1,61 b	1,2 ± 1,68 b	1,2 ± 1,68 b
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	1,8 ± 1,47 a	3,1 ± 1,66 a	3,6 ± 1,17 a	3,8 ± 1,13 a
Clorantraniliprole	5	0,1 ± 0,31 b	1,5 ± 1,26 b	3,0 ± 1,33 a	3,8 ± 1,13 a
Cyantraniliprole	5	0,0 ± 0,0 b	0,6 ± 0,84 b	0,6 ± 0,84 b	0,9 ± 1,10 b
Imidacloprido	5	0,2 ± 0,42 b	0,6 ± 0,84 b	0,6 ± 0,84 b	0,6 ± 0,84 b
Novarulon	5	0,2 ± 0,42 b	0,5 ± 0,70 b	0,6 ± 0,84 b	0,6 ± 0,84 b
P		6.29 <sup>-07</sup>	1.09 <sup>-05</sup>	6.89 <sup>-09</sup>	6.63 <sup>-12</sup>

Valores seguidos por letras diferentes nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao se avaliar o número de parasitoides emergidos das lagartas sobreviventes, não foi verificada diferença entre os tratamentos, seja por ingestão ou contato, assim como, comparando-se entre os tratamentos via contato e ingestão (Tabela 6). Quando verificada a razão sexual das vespas emergidas, foi observada diferença na razão sexual de vespas emergidas de lagartas tratadas com clorantraniliprole, mas comparando-se os modos de aplicação sobre a lagarta não houve diferença significativa (Tabela 7).

**Tabela 6 - Média  $\pm$  desvio padrão da média de vespas emergidas de lagartas de *Plutella xylostella* submetidas aos tratamentos via ingestão e contato.**

Tratamentos	N	Ingestão <sup>NS</sup>	N	Contato <sup>NS</sup>	p
Água	19	14,38 $\pm$ 7,97	30	15,14 $\pm$ 2,66	0,58
Acefato	32	11,09 $\pm$ 5,07	25	13,38 $\pm$ 2,93	0,39
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	11,33 $\pm$ 6,11	6	10,20 $\pm$ 3,96	0,92
Clorantraniliprole	4	16,33 $\pm$ 8,50	20	11,42 $\pm$ 2,73	0,45
Cyantraniliprole	29	14,03 $\pm$ 4,41	9	11,85 $\pm$ 4,25	0,09
Imidacloprido	21	8,50 $\pm$ 2,65	22	12,41 $\pm$ 6,88	0,13
Novaluron	23	12,67 $\pm$ 2,91	17	10,72 $\pm$ 3,49	0,34
P		0,21		0,24	

NS: não significativo pelo teste t a 5% e análise de variância. N: número de lagartas das quais emergiram vespas no tratamento.

**Tabela 7 - Média  $\pm$  desvio padrão da razão sexual de vespas emergidas de lagartas de *Plutella xylostella* submetidas aos tratamentos via ingestão e contato.**

Tratamentos	N	Ingestão	N	Contato	p
Água	19	0,74 $\pm$ 0,16 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	30	0,64 $\pm$ 0,11 aA	0,06
Acefato	32	0,80 $\pm$ 0,12 aA	25	0,71 $\pm$ 0,11 aA	0,09
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5	0,77 $\pm$ 0,11 aA	6	0,65 $\pm$ 0,33 aA	0,82
Clorantraniliprole	4	0,64 $\pm$ 0,15 bA	20	0,80 $\pm$ 0,07 aA	0,12
Cyantraniliprole	29	0,77 $\pm$ 0,11 aA	9	0,76 $\pm$ 0,12 aA	0,58
Imidacloprido	21	0,81 $\pm$ 0,06 aA	22	0,78 $\pm$ 0,10 aA	0,41
Novaluron	23	0,83 $\pm$ 0,06 aA	17	0,75 $\pm$ 0,12 aA	0,21
P		0,28		0,19	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas não diferem estatisticamente pela análise de variância; <sup>2</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferente significativamente pelo teste t a 5%. N: número de lagartas que estavam parasitadas e emergiram vespas.

#### 4 DISCUSSÃO

O tratamento com o inseticida biológico *B. thuringiensis* provocou maiores mortalidades em lagartas parasitadas e não parasitadas. Hill e Foster (2000) observaram em bioensaios de laboratório que após 72 horas de exposição a *B. thuringiensis*, em torno de 90% das lagartas estavam mortas. Monnerat et al. (2000) em experimento de campo verificaram que parcelas tratadas com *B. thuringiensis* var. *aizawai*, proporcionaram uma produção de 100% de cabeças de repolho

comercializáveis. Semelhante a Dias et al. (2004), que em experimentos na cultura da couve-flor, observaram que aplicações de *B. thuringiensis* var. *aizawai* permitiram que 76,5% das cabeças produzidas fossem comercializadas. Já Castelo-Branco et al. (2001, 2003) verificaram mortalidade entre 75 e 100% de traças quando submetidas ao tratamento com *B. thuringiensis*.

De Bortoli et al. (2012) avaliaram a biologia da traça-das-crucíferas quando submetida a dosagens de *B. thuringiensis* e observaram alterações na viabilidade da fase de lagarta e pupa, indicando que o inseto interrompe a alimentação ao ingerir a bactéria. Na pesquisa realizada por Moraes e Foerster (2012), em casa de vegetação, resultado semelhante foi observado, visto a alta mortalidade de lagartas de primeiro e terceiro instar, para formulação à base de *B. thuringiensis* var. *aizawai*. Ayalew (2011) em testes de campo, na cultura do repolho, observou que a aplicação com inseticida biológico exercia controle da traça-das-crucíferas, aumentando a produção de cabeças de repolho viáveis para comercialização.

Produtos biológicos à base de *B. thuringiensis* agem após a ingestão da bactéria, quando as toxinas produzidas irão romper a membrana peritrófica que reveste o mesentero, região onde ocorre a absorção de nutrientes (ARONSON et al., 1986). Assim, logo após a ingestão, o inseto para de se alimentar, o que o leva à morte por inanição. Tais toxinas apresentam especificidade e por isso, não são prejudiciais para os insetos benéficos (HERRERO; OPPERT; FERRÉ, 2001).

Considerando o modo de ação por ingestão do inseticida biológico utilizado, é provável que a morte das lagartas que receberam o tratamento por contato, ao serem pulverizadas neste tipo de tratamento, provavelmente ingeriram o produto, assim como o ocorrido no trabalho de Hill e Foster (2000).

Nesta pesquisa, o inseticida sistêmico imidacloprido não diferiu estatisticamente do tratamento controle, logo, não causou mortalidade significativa nas larvas que ingeriram o mesmo. Resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho foram observados por Hill e Foster (2000) que verificaram mortalidades abaixo de 25% das larvas que ingeriram alimento tratado com este inseticida. Djomaha et al. (2016) ao testar inseticida à base de imidacloprido em campo, também não observaram mortalidade significativa, assim como Dotasara et al. (2017) em testes de campo na cultura da couve-flor.

O tratamento utilizando o inseticida novaluron também não provocou mortalidade significativa da traça-das-crucíferas. Diferente de Ayalew (2011) que ao testar este produto em cultivo de repolho na Etiópia, verificou que o mesmo se mostrou eficiente em campo para o controle da traça e não afetou o parasitoide *Diadegma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ao contrário de Nikam et al. (2015), que em testes de laboratório observaram baixa toxicidade deste produto para larvas de terceiro e quarto instar da traça.

Já o inseticida clorraniliprole, mostrou-se eficiente após 72 horas de avaliação. Nikam et al. (2015) observaram que tal inseticida se mostrou tóxico para larvas de terceiro e quarto instar de traça-das-crucíferas da região de Rahuri, na Índia. Assim como, Dotsara et al. (2017) que em testes de campo verificaram alta mortalidade de lagartas que receberam pulverizações com este inseticida.

Contudo, o inseticida cyantraniliprole, pertencente ao mesmo grupo químico de clorraniliprole, não se mostrou eficiente no controle da traça-das-crucíferas. Esta diamida foi liberada no Brasil, para o controle de diferentes espécies de inseto-praga. No entanto, Ribeiro (2014) observou em experimentos laboratoriais que populações de *P. xylostella* do agreste de Pernambuco-BR apresentam resistência cruzada de clorraniliprole a cyantraniliprole, inutilizando assim, o uso desta molécula no controle da traça. Considerando a baixa mortalidade das lagartas tratadas com este ingrediente no presente trabalho, é provável que a população estudada, apresente resistência, semelhante ao observado por Ribeiro (2014).

O inseticida organofosforado acefato, apesar de extremamente tóxico para muitas espécies, não demonstrou tal toxicidade para a traça-da-crucíferas, visto a semelhança dos resultados com o tratamento controle. Assim como observado por Castelo-Branco et al. (2003) que ao avaliarem a susceptibilidade de acefato em duas populações de *P. xylostella* do Distrito Federal, não registraram mortalidade da traça para este produto. Diferente de Castelo-Branco et al. (2001), que observaram em testes de laboratório que uma população da traça proveniente do Núcleo Rural da Taquara apresentou mortalidade de 79% para este organofosforado.

A baixa mortalidade dos tratamentos com acefato, imidacloprido, cyantraniliprole e novaluron pode ser um indício de que a população da traça-das-crucíferas estudada pode estar resistente aos inseticidas químicos utilizados, visto que, na literatura já existem relatos que comprovam a resistência deste inseto para

diferentes tipos de inseticidas, entre eles, acefato (CASTELO BRANCO et al., 2003), cyantraniliprole (LIU et al., 2015) e clorantraniliprole (WANG et al., 2012).

Na avaliação do efeito dos inseticidas sobre as vespas, não foram observados efeitos significativos no número de vespas emergidas de tratamentos por ingestão e contato. Porém, para a razão sexual, houve diferença significativa no tratamento via ingestão com o inseticida clorantraniliprole, contudo, este valor se assemelha ao encontrado em outras populações de *O. sokolowskii* (SILVA-TORRES et al., 2009b; FERREIRA et al., 2003).

Shi et al. (2004) avaliando o efeito de fenvalerate, avermectin e chlorfluazuron sobre pupas de *P. xylostella* contendo pupas de *O. sokolowskii*, não observaram redução no número de parasitoides produzidos e na emergência dos mesmos. Contudo, a mortalidade das vespas após 24 horas de emergência foi de 42,1 e 33,4% para os inseticidas fenvalerate e avermectin, respectivamente. Já Haseeb et al. (2005) observaram que o inseticida permetrina provocou mortalidade pupal de 37,5%, sendo considerado levemente prejudicial de acordo com as categorias da IOBC (Hassan, 1994) para *O. sokolowskii*.

Haseeb et al. (2004) avaliando o efeito de inseticidas sobre a fase pupal do endoparasitoide *Cotesia plutellae* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Braconidae), observou baixa toxicidade dos inseticidas testados para este endoparasitoide, não havendo diferenças significativas na emergência, quando comparada com o tratamento controle.

Cruz et al. (2011), avaliando o efeito dos inseticidas azadiractina, spinosad, imidacloprido e abamectina em pupas do parasitoide *Tamarixia triozae* (Burks, 1943) (Hymenoptera: Eulophidae), observaram que o inseticida imidacloprido impediu a emergência de 100% dos parasitoides. Já nos tratamentos com abamectina e spinosad registou-se 74 e 58% de emergência e azadiractina não diferiu estatisticamente do tratamento controle.

Beloti et al. (2015), ao testar 14 inseticidas por pulverização em pupas de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), observaram diferenças significativas na taxa de emergência dos tratamentos com dimetoato e clorpirifós e duração do ciclo ovo-adulto com o inseticida spinosad. Porém, a razão sexual e longevidade não foram afetadas.

Os resultados obtidos em relação ao efeito sobre as vespas, nos permite inferir que os produtos utilizados, não interferem no desenvolvimento do endoparasitoide *O. sokolowskii*. No entanto, considerando a alta mortalidade provocada pelos inseticidas *B. thuringiensis* e clorantraniliprole, ambos não seriam recomendados para uso em campo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferente do que se esperava, que lagartas parasitadas fossem mais susceptíveis aos produtos testados, isso não foi observado, visto que, lagartas parasitadas tiveram médias de mortalidade menores que as não parasitadas.

Contudo, a partir dos resultados obtidos podemos inferir que a população estudada da traça-das-crucíferas, provavelmente está resistente aos inseticidas químicos utilizados. No entanto, para se comprovar esta hipótese, novos estudos devem ser realizados.

*Bacillus thuringiensis* e clorantraniliprole provocaram maiores mortalidades das lagartas parasitadas dentre os tratamentos, conseqüentemente, estes produtos não são seletivos para o endoparasitoide *O. sokolowskii* e não seria recomendável o seu uso em campo.

Quanto ao efeito nos adultos do endoparasitoide, não foram observadas diferenças significativas. De maneira geral, das lagartas parasitadas que sobreviveram aos tratamentos, houve a emergência de vespas, mas das lagartas que não sobreviveram, não houve a emergência de parasitoide.

## REFERÊNCIAS

ARONSON, A. I.; BECKMAN, W.; DUNN, P. *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. **Microbiological Reviews**, v. 50, n. 1, p. 1-24, 1986.

AYALEW, G. Effect of the insect growth regulator novaluron on diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), and its indigenous parasitoids. **Crop Protection**, v. 30, n. 8, p. 1087-1090, 2011.

BELOTI, V. H.; ALVES, G. R.; ARAÚJO, D. F. D.; PICOLI, M. M.; ANDRADE MORAL, R.; DEMÉTRIO, C. G. B.; YAMAMOTO, P. T. Lethal and sublethal effects of insecticides used on citrus, on the ectoparasitoid *Tamarixia radiata*. **Plos one**, v. 10, n. 7, p. 1-14, 2015.

BERSANI, B. C. G.; MASSAROLLI, A.; CASAGRANDE, R. R.; PEREIRA, M. J. B.; COSTA, V. A.; FOERSTER, L. A. Registro de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em Mato Grosso. In: Simpósio de Controle Biológico, 15, 2017, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SEB, 2017, p. 372.

CARVALHO P. G. B.; MACHADO C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 75-79, 1997.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A.; LEAL, J. G. T. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 60-63, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

COCK, M. J. W. Pests of criciferous crops. In: COCK, M. J. W.; BENNETT, F. D.; HUGHES, I. W.; SIMMONDS, F. J.; YASEEN, M. **A review of biological control of pests in the Commonwealth Caribbean and Bermuda up to 1982**. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1985.

CRUZ, A. L.; LOMELI-FLORES, J. R.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; HUERTA-DE LA PEÑA, A. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). **Acta zoológica mexicana**, v. 27, n. 3, p. 509-526, 2011.

DANTAS, M. I. S.; DELIZA, R.; MINIM, V. P. R.; HEDDERLEY, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 762-767, 2005.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; MAGALHÃES, G. O.; DIBELLI, W.; DE BORTOLI, C. P.; ALVES, M. P. Subdosagens de *Bacillus thuringiensis* em *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 50-57, 2012.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, P. 553-556, 2004.

DJOMAHA, E. S.; GHOGOMU, R. T.; HANNA, R.; NGATAT, E. S.; LONTCHI, N. F. The effects of extract of *Azadirachta indica* (Neem) oil and Imidacloprid (IRON 30SC) on the population dynamics of *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis pseudobrassicae* and *Plutella xylostella* on white cabbage. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**, v. 8, n. 4, p. 135-142, 2016.

DOTASARA, S. K.; AGRAWAL, N.; SINGH, N.; SWAMI, D. Efficacy of Some New Insecticides against Diamond Back Moth (*Plutella xylostella* L.) on Cauliflower. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1958-1963, 2017.

FERREIRA, S. W. J.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 407-411, 2003.

FERRONATO, E. M. O.; BECKER, M. Abundância e complexo de parasitoides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* D.C. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, n. 2, p. 261-278, 1984.

HASSAN, S.A. Activities of the IOBC/WPRS Working Group on Insecticides and Beneficial Organisms. Insecticides and Beneficial Organisms (ed. H. Vogt). Bulletin International Organization of Biological Control/West Palaearctic Regional Section, p. 74-80, 1994.

HASEEB, M.; AMANO, H.; LIU, T. Effects of selected insecticides on *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Insect Science**, v. 12, n. 3, p. 163-170, 2005.

HASEEB, M.; LIU, T. X.; JONES, W. A. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. **BioControl**, v. 49, n. 1, p. 33-46, 2004.

HERRERO, S.; OPPERT, B.; FERRÉ, J. Different Mechanisms of Resistance to *Bacillus thuringiensis* Toxins in the Indianmeal Moth. **Applied and environmental microbiology**, v. 67, n. 3, p. 1085-1089, 2001.

HILL, T. A.; FOSTER, R. E. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 3, p. 763-768, 2000.

JELIHOVSCHI, E.G.; FARIA, J. C.; ALLAMAN, I. B. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, v. 15, n. 1, p. 3-17, 2014.

LIU, X.; NING, Y.; WANG, H.; WANG, K. Cross-resistance, mode of inheritance, synergism, and fitness effects of cyantraniliprole resistance in *Plutella xylostella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 157, n. 3, p. 271-278, 2015.

LOGES, V. Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitoide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo. 1996. 98p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 5, p. 533-541, 2011.

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 328-333, 2016.

MEDEIROS, P. T.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G.; SOUZA, R. G. Instalação e manutenção de criação massal da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular Técnica, 29).

MONNERAT, R. G.; BORDAT, D.; CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos sobre a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e seus parasitoides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 723-730, 2000.

MONNERAT, R.G.; LEAL-BERTIOLI, S.C.M.; BERTIOLI, D.J.; BUTT, T.M.; BORDAT, D. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por susceptibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p.607-609, 2004.

MORAES, C. P.; FOERSTER, L. A. Toxicity and residual control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) with *Bacillus thuringiensis* Berliner and insecticides. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1335-1340, 2012.

NIKAM, T. A.; CHANDELE, A. G.; NIKITA, S. A. Relative toxicity of some newer insecticides to diamondback moth, *Plutella xylostella* Linnaeus. **The Ecoscan**, v. 8, p. 105-108, 2015.

RIBEIRO, L. M. S. Monitoramento da resistência e custo adaptativo de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) resistente a clorantraniliprole. 2014. 94p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 29 jun 2018.

REYES-MUNGUÍA, A.; ROSAS-TREJO, L.; CAMPOS-MONTIEL, R. G.; QUINTERO-LIRA, A.; CARRILLO-INUNGARAY, M. L. Propiedades antioxidantes del extracto acuoso de *Brassica Oleracea* var. *Sabellica*. **Revista De Ciencias Ambientales y Recursos Naturales**, v. 3, n. 8, p.30-34, 2017.

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, 2005.

SHI, Z. H.; GUO, S. J.; LIN, W. C.; LIU, S. S. Evaluation of selective toxicity of five pesticides against *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae) and their side-effects against *Cotesia plutellae* (Hym: Braconidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hym: Eulophidae). **Pest Management Science**, v. 60, n. 12, p. 1213-1219, 2004.

SILVA-TORRES, C. S. A.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 512-519, 2009a.

SILVA-TORRES, C. S. A.; RAMOS FILHO, I. T.; TORRES, J. B.; BARROS, R. Superparasitism and host size effects in *Oomyzus sokolowskii*, a parasitoid of diamondback moth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 133, n. 1, p. 65-73, 2009b.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 131-143, 2007.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 275-301, 1993.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p.71-89, 2000.

WANG, X.; WU, S.; YANG, Y.; WU, Y. Molecular cloning, characterization and mRNA expression of a ryanodine receptor gene from diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 102, n. 3, p. 204-212, 2012.