

TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) E POTENCIAL PARASITISMO POR *Cotesia flavipes* (CAM.)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

por

FRANCIELI MARCELINO DOS SANTOS

(Sob Orientação do Professor Dirceu Pratissoli)

RESUMO

A lagarta exótica, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) foi recentemente encontrada no Brasil causando perdas na cultura do morangueiro, *Fragaria x ananassa* Duch. As perdas ocasionadas por *D. fovealis* estão relacionadas à alimentação das lagartas, que são altamente vorazes atacando todas as partes da planta e acarretando queda na produção. Por se tratar de uma praga recentemente introduzida no Brasil, ainda não foram recomendados métodos realmente eficazes para o controle da mesma. Assim, este trabalho avaliou a toxicidade de diferentes inseticidas comerciais sobre *D. fovealis*, bem como avaliou o desenvolvimento do parasitoide de larva *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae), em lagartas de *D. fovealis* comparando o hospedeiro de criação *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). No experimento com inseticidas, lagartas de segundo instar foram pulverizadas em torre de Potter empregando os inseticidas: acetamiprido, ciromazina, metoxifenoazida, tiametoxam + lambda-cialotrina, milbemectina, chlorantraniliprole, lambda-cialotrina, deltametrina, tiametoxam, fenpropratrina, alfa-cipermetrina, clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole. A partir do tratamento de lagartas, os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e

lambda-cialotrina + chlorantraniliprole foram empregados para a determinação de retas concentração-mortalidade. Esses inseticidas causaram níveis de mortalidade de lagartas de *D. fovealis* variando de 70,9 a 100,0%, podendo ser considerados como promissores para o manejo desta praga. O parasitismo de *D. fovealis* e *D. saccharalis* por *C. flavipes* foi 52,2% e 100,0% das lagartas, com formação de 11,5 e 51,7 pupas do parasitoide por lagarta parasitada, respectivamente. Com 2,8 adultos do parasitoide para *D. fovealis* e 25,5 para *D. saccharalis*. Desta maneira, somente futuros estudos poderão auxiliar em decisões voltadas a utilização ou não de *C. flavipes* para o controle de *D. fovealis* e eficácia dos inseticidas promissores com testes em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Inseticidas, controle biológico, biologia comparada, suscetibilidade

TOXICITY OF INSECTICIDES FOR *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) AND POTENTIAL PARASITISM BY *Cotesia flavipes* (CAM.)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

by

FRANCIELI MARCELINO DOS SANTOS

(Under the Direction of Professor Dirceu Pratissoli)

ABSTRACT

The exotic larva pest of strawberry, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), was recently found in Brazil causing losses in strawberry crop, *Fragaria x ananassa* Duch. The losses caused by *D. fovealis* is related to the voracious feeding habit of the larvae, which feed on all plant parts. Regarding its status of recently introduced pest species in Brazil there are lack of efficacious control methods to be recommended. Thus, this study evaluated the susceptibility of *D. fovealis* larvae to different insecticides by evaluating larval mortality and, also, the performance of the larval parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *D. fovealis* larvae compared to its host *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). The second instar larvae of *D. fovealis* were treated using a Potter's tower with dilutions at highest registered rate of the insecticides: acetamiprid, cyromazine, methoxyfenozide, thiamethoxam + lambda-cyhalothrin, milbemectin, chlorantraniliprole, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, thiamethoxam, fenpropathrin, alfa-cipermethrin, chlorfenapyr, indoxacarb and lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprole. The insecticides chlorfenapyr, indoxacarb and lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprole caused mortality varying between 70.9 and 100%. Further, they

were studied to determine the concentration-mortality lines. The parasitism rate was, on average, 52.2% and 100% of *D. fovealis* and *D. saccharalis* with 11.5 and 51.7 parasitoid pupae per parasitized larvae, respectively. Adult parasitoids produced were 2.8 for *D. fovealis* and 25.5 for *D. saccharalis*. Thus, only future studies will help in decisions toward the use of *C. flavipes* for control of *D. fovealis* and on efficacy of the selected insecticides through field tests.

KEY WORDS: Insecticides, biological control, comparative biology, susceptibility

TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) E POTENCIAL PARASITISMO POR *Cotesia flavipes* (CAM.)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

por

FRANCIELI MARCELINO DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2014

TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) E POTENCIAL PARASITISMO POR *Cotesia flavipes* (CAM.)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

por

FRANCIELI MARCELINO DOS SANTOS

Comitê de Orientação:

Dirceu Pratisoli – UFES

Jorge Braz Torres – UFRPE

Hugo Bolsoni Zago – UFES

TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) E POTENCIAL PARASITISMO POR *Cotesia flavipes* (CAM.)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

por

FRANCIELI MARCELINO DOS SANTOS

Orientador: _____
Dirceu Pratisoli – UFES

Examinadores: _____
Reginaldo Barros – UFRPE

Jorge Braz Torres – UFRPE

Patrik Luiz Pastori – UFC

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Francisco Marcelino dos Santos e Francisca Luzinete de Sousa Santos; as minhas irmãs Mayara Marcelino de Sousa e Juliana Marcelino de Sousa; ao meu namorado e grande amigo Hígor de Souza Rodrigues; a minha grande amiga Agna Rita dos Santos Rodrigues; aos professores Dirceu Pratissoli, Jorge Braz Torres e Hugo Bolsoni Zago; à equipe de Laboratório do NUDEMAFI; aos professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE e aos colegas de turma.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força, coragem, fé e determinação para concluir mais uma etapa na minha vida.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Aos meus pais Francisco Marcelino dos Santos e Francisca Luzinete de Sousa Santos pelo amor e incentivo para que eu sempre me dedicasse aos estudos.

As minhas irmãs Mayara Marcelino de Sousa e Juliana Marcelino de Sousa por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu namorado e grande amigo Hígor de Souza Rodrigues e sua família pela ajuda e por todos os momentos de conforto, carinho e paciência.

Ao meu orientador Dirceu Pratisoli e Co-orientadores Jorge Braz Torres e Hugo Bolsoni Zago pela ajuda e orientação.

As minhas amigas Érica Natália do Nascimento Lima, Wigna Narjara Rodrigues Felício, Agna Rita dos Santos Rodrigues, Wannubya Caroline de Almeida Nobre Ramalho, Flávia Rejane Roque de Lima, Luziani Rezende Bestete, Criciely Gomes de Souza e Kharen Priscilla de Oliveira Silva Salomão pelo apoio nos momentos de tristeza.

Aos amigos do Laboratório, Victor Dias Pirovani e João Paulo Pereira Paes pelo carinho, atenção e ajuda nos experimentos.

Aos colegas de turma pelo companheirismo e momentos alegres que me proporcionaram.

Aos funcionários da Universidade Federal Rural de Pernambuco e da Universidade Federal do Espírito Santo.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste estudo me apoiando e confiando em sua conclusão.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	6
2 TOXICIDADE DE <i>Duponchelia fovealis</i> (ZELLER) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) A DIFERENTES INSETICIDAS.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	21
AGRADECIMENTOS.....	24
LITERATURA CITADA.....	24
3 DESENVOLVIMENTO DE <i>Cotesia flavipes</i> (CAM.) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM LAGARTAS DE <i>Duponchelia fovealis</i> (ZELLER) E <i>Diatraea saccharalis</i> (FABR.) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE).....	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33

INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	39
AGRADECIMENTOS.....	42
LITERATURA CITADA.....	42

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

O morangueiro, *Fragaria x ananassa* Duch., pertence à família Rosaceae sendo um híbrido resultante do cruzamento de duas espécies, *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana* (Silva *et al.* 2007). Todas as espécies cultivadas de morangueiro têm surgido do cruzamento entre espécies silvestres, distinguindo entre si pelo tamanho, forma, cor, sabor dos frutos, firmeza, maturação, adaptação às condições climáticas e produtividade (Camargo 2008).

A origem do cultivo do morangueiro no Brasil ainda é desconhecida. Sabe-se apenas que começou a expandir a partir de 1960, com o lançamento da cultivar Campinas, sendo hoje uma das frutas mais bem aceitas entre os consumidores no Brasil (Antunes & Reisser Júnior 2007). O morangueiro é a espécie de maior expressão econômica entre as frutas de pequeno porte, sendo produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo. No Brasil, o morango é produzido para consumo *in natura* e para a industrialização, onde a polpa é utilizada para a fabricação de doces, iogurtes, bolos, geleias entre outros produtos (Specht & Blume 2009). O cultivo do morangueiro é realizado em locais de clima temperado e subtropical, destacando-se pela alta rentabilidade por área e intensa demanda de mão-de-obra, exigindo em média cinco pessoas por hectare (Oliveira & Scivittaro 2006).

No Brasil, os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo são os principais produtores dessa fruta (Antunes & Reisser Júnior 2007). No Estado do Espírito Santo, o cultivo comercial do morangueiro teve a sua implantação no início da década de 1960, mas a sua expansão significativa ocorreu apenas a partir da metade da década de 1990, estando hoje

consolidada como uma das culturas de destaque dentro do agronegócio capixaba (Balbino *et al.* 2013). No Espírito Santo, o morangueiro é cultivado por aproximadamente 1500 famílias, sendo que 89% das áreas plantadas correspondem a plantios inferiores a 0,4 hectares. Os principais municípios produtores são Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Castelo, Vargem Alta, Santa Maria de Jetibá e Muniz Freire (Madail *et al.* 2012). Esses municípios formam hoje o polo capixaba do morango, com destaque para Santa Maria de Jetibá e Domingos Martins (Incaper 2013).

No Brasil, os problemas mais importantes relacionados ao cultivo do morangueiro são causados por pragas e doenças. Dentre as pragas, os ácaros são tradicionalmente considerados pragas chave (Garcia & Chiavegato 1997). No entanto, em 2008 foi identificada no Estado do Paraná uma nova praga atacando o morangueiro, identificada como *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). Esse inseto é um micro lepidóptero que foi encontrado pela primeira vez nas Américas, em 2005, em três estufas na cidade de Ontário (Murphy 2013, Zawadneak *et al.* 2013). O inseto é originário da região mediterrânea e Ilhas Canárias, e até então não havia sido relatado no Brasil. No Espírito Santo, a praga foi registrada em 2010, destacando-se pelo rápido crescimento populacional e alta capacidade de dispersão (Fornazier *et al.* 2011).

A lagarta exótica do morangueiro *D. fovealis*, é uma praga polífaga que se alimenta de cerca de 38 famílias de vegetais, incluindo gêneros de importância como *Fragaria*, *Annona*, *Capsicum*, *Cucumis*, *Lactuca*, *Malva*, *Mentha*, *Apium*, *Zea*, e etc. (Brambila & Stocks 2013). As lagartas foram encontradas no Brasil atacando folhas, flores, coroas e também os frutos (pseudofrutos) do morangueiro. Em 2010, na região de Curitiba-PR, as lagartas foram encontradas em uma lavoura causando danos de até 20% de plantas infestadas com redução de produção e mortalidade das plantas (Zawadneak *et al.* 2013).

Os adultos de *D. fovealis* medem aproximadamente 19 mm de envergadura de asas e 10 mm de comprimento do corpo. As asas são de coloração marrom, com duas finas linhas transversais amarelas e paralelas entre si. A linha próxima ao ápice da asa apresenta um desenho em forma de U na região central. Os machos têm abdome mais afilado que as fêmeas e possuem um tufo de pelos na extremidade (Zawadneak *et al.* 2011). Os adultos vivem de uma a duas semanas, e apesar de ser uma espécie de voo noturno pode ser encontrada também durante o dia (Franco & Baptista 2010).

Cada fêmea deposita cerca de 200 ovos, individualmente, ou em pequenos grupos de três a dez ovos na forma de escama medindo, cerca de 0,5 x 0,7mm. Logo após a oviposição, os ovos são de coloração creme, mas quando próximas à eclosão tornam-se avermelhados (Franco & Baptista 2010, Zawadneak *et al.* 2011). A oviposição é feita na parte inferior das folhas junto às nervuras, na base da planta do morango, no caule ou na camada superior do solo. A eclosão ocorre cerca de oito dias após a oviposição (Franco & Baptista 2010).

A fase larval de *D. fovealis* possui duração que pode variar de 20 a 25 dias ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) (Zawadneak *et al.* 2013). Nessa fase possui capsula cefálica marrom escura e a coloração do corpo pode variar de castanho claro a marrom escuro, dependendo do hospedeiro (Bethke *et al.* 2013). As lagartas são ágeis e apresentam preferência pelas folhas, localizadas próximos ao solo, junto à cobertura plástica do canteiro em locais com maior umidade, ocorrendo durante todo o ciclo da cultura, sendo mais ativas nos dias mais quentes (Souza *et al.* 2013, Hoffman 2013).

As pupas são encontradas dentro de casulos, confeccionados em teia, excrementos e partículas de solo. As pupas possuem coloração amarelada, tornando-se mais escura próxima à

emergência dos adultos. Essa fase de desenvolvimento possui uma duração média de duas semanas (Stocks & Hodges 2013).

O período de ovo a adulto dura cerca de 55 dias a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (Zawadneak *et al.* 2013) (Figura 1).

Estudos sobre monitoramento e ideais métodos de controle já estão sendo realizados com o intuito de encontrar medidas que possam minimizar as perdas ocasionadas por *D. fovealis*, com destaque para a utilização de armadilhas luminosas com o uso de lâmpadas ultravioletas no seu monitoramento (Zawadneak *et al.* 2011), o seu uso tem demonstrado forte atração sobre insetos, sendo eficientemente utilizada no monitoramento da praga nos Estados Unidos (Hoffman 2013), e a utilização de feromônio sexual empregado em armadilhas tipo Delta, funil e de água (Deventer 2009), embora ainda não comercializado no Brasil.

Em 2007, na Holanda, foram realizados testes durante dois meses utilizando armadilhas Delta e armadilhas de água associadas ao feromônio, na qual visava avaliar a eficiência de ambas as armadilhas em relação à praga *D. fovealis*. Segundo Deventer (2009), a associação da armadilha de água com o feromônio foi a que obteve maior sucesso. A armadilha de água com feromônio capturou cerca de 316 machos da mariposa em comparação a 46 machos capturados na armadilha Delta com feromônio, ainda possuindo a vantagem de necessitar de menor manutenção.

Dentre os métodos de controle pode-se citar o cultural, através da remoção de material vegetal próximos ao solo, uma vez que a praga tem preferência por ambientes mais úmidos (Brambila & Stocks 2013). Por se tratar de uma praga exótica no Brasil, ainda não, existe registro de nenhum inseticida destinado ao controle da praga no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), porém alguns inseticidas como o Karate Zeon[®] (lambda-cialotrina) na dosagem de 15mL/100L; Decis[®] (deltametrina) a 30mL/100L; Spintor[®] (spinosade) a 20-

25mL/100L (Franco & Baptista 2010), e Pirate[®] (clorfenapir) na dosagem de 100mL/100L (Souza *et al.* 2013), já estão sendo utilizados em Portugal e no Brasil.

Na Europa, outros inseticidas têm sido utilizados com o intuito de controlar *D. fovealis*, entre eles: fluvalinato, deltametrina, esfenvalerato, lambda-cialotrina, orthene e bifentrina (Stocks & Hodges 2013). Esses dois últimos inseticidas de acordo com Bethke & Vander Mey (2013) quando aplicados separados ou em conjunto causaram redução de 50-75% no número médio de larvas vivas por tratamento em casa-de-vegetação. Os inseticidas imidacloprid, metomil, ethoprop, emamectina, permetrina, chlorantraniliprole, azadirachtin e acefato também têm sido empregados no controle de *D. fovealis* na Califórnia. Além disso, o acefato tem sido bastante eficiente no controle de lagartas de últimos instares de *D. fovealis* na Califórnia (Bethke & Vander Mey 2013).

Embora esses inseticidas possam ser utilizados, o controle é dificultado devido ao comportamento das lagartas de permanecerem na parte basal da planta. Assim, o contato e ingestão dos produtos são reduzidos, especialmente, que durante o período de pré-pupa, o inseto não se alimenta evitando a contaminação por produtos de ação via ingestão (Franco & Baptista 2010). Produtos a base de *Bacillus thuringiensis* (ou Bt), também tem se mostrado bastante eficientes quando aplicados tendo como alvo lagartas nos instares iniciais (Souza *et al.* 2013).

Alguns agentes de controle biológico, também, têm sido visados no controle dessa praga. O besouro *Atleta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae), um predador de ovos e lagartas de primeiro instar, nematoides entomopatogênicos (*Heterorhabditis bacteriophora* e *Steinernema* spp.) (Nematoda: Rhabditida) (Stocks & Hodges 2013); ácaros predadores *Hypoaspis miles* Costa e *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acari: Laelapidae) e parasitoides do gênero *Trichogramma* são relatados (Franco & Baptista 2010). Outro agente biológico que pode ser considerado é o

parasitoide *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), que foi recentemente encontrado em lavouras de São José dos Pinhais, PR, Brasil parasitando lagartas de *D. fovealis*, indicando ser um provável agente com potencial de controle e de fácil aquisição em criação, uma vez que a espécie *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) já é produzido para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae).

Os métodos de controle alternativos aplicados tanto nas condições do Estado do Espírito Santo quanto no país, ainda são muito escassos sendo necessária a realização de estudos. Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar, sob condições de laboratório, a eficiência de inseticidas comerciais e o desempenho do parasitoide *C. flavipes* sobre lagartas de *D. fovealis*, para possibilitar a utilização no campo desses métodos de controle.

Literatura Citada

- Antunes, L.E.C. & R.J. Carlos. 2007.** Fragole, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. *Frutticoltura* 69: 60-65.
- Balbino, J.M.S., C.P. Teixeira, H. Costa & A.J. Marin. 2013.** Agronegócio do morango no estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=12509>>. Acesso em 10 de maio de 2013.
- Bethke, J.A., L.S. Osborne, S.D. Stocks, B.V. Mey, A.C. Hodges, D.L. Schuble & L. Schmale. 2013.** Real and Potential Impact of the European Pepper Moth on Ornamental Plant Production and Agriculture. Disponível em: <http://civr.ucr.edu/pdf/saf_proceedings_bethke2012.pdf>. Acesso em 08 de outubro 2013.
- Bethke, J.A. & B. Vander Mey. 2013.** Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso em 17 de junho 2013.
- Brambila, J. & I. Stocks. 2013.** The European pepper moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. Disponível em: <http://www.freshfromflorida.com/content/download/23893/486212/duponchelia_fovealis.pdf>. Acesso em 06 de maio 2013.

- Camargo, L.K.P. 2008.** Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR. Dissertação de Mestrado. UNICENTRO, Guarapuava-PR, 97 p.
- Deventer, P.V. 2009.** Water trap best for catching *Duponchelia*. In the greenhouse. Fruit Veg Technol. 9: 18-19.
- Fornazier, M.J., D. Pratissoli, D.S. Martins, L.P. Dalvi, C.P. Teixeira, A.S. Tadeu, E.L. Thompson, A.K. Rodrigues, E. Cozer, J.P.A. Pereira, L. Becalli, J.P.P. Paes & M.O. Tiburcio. 2011.** Praga exótica no estado do Espírito Santo: *Duponchelia fovealis* Zeller 1847(Lepidoptera: Crambidae). Vitória, DSM-INCAPER, 4 p. (folder).
- Franco, M.C. & M.C. Baptista. 2010.** *Duponchelia fovealis* Zeller. nova praga em Portugal. Frutas Leg. Flores. 110: 34-35.
- Garcia, I.P. & L.G. Chiavegato. 1997.** Resposta funcional e reprodutiva de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) a diferentes densidades de ovos de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). Científica 25: 35-43.
- Hoffman, K. 2013.** Plant health and pest prevention services - pest detection/ emergency projects. Disponível em: <<http://www.kernag.com/dept/news/2010/2010-san-diego-duponchelia-fovealis-07-16-2010.pdf>>. Acesso em 07 de maio 2013.
- Incaper. 2013.** Morango Capixaba: Garantia de rastreabilidade. Disponível em: <<http://folhadaterra.com.br/website/site/Noticia.aspx?id=1897>>. Acesso em 10 de maio 2013.
- Madail, J.C.M., L.J. Reichert & L.C. Migliorini. 2012.** Coeficientes técnicos para a cultura do morangueiro. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/morango/cap1.htm>>. Acesso em 10 de maio 2012.
- Murphy, G. 2013.** *Duponchelia fovealis* - Pronouncing it is just the start of the battle. Disponível em:<<http://file:///D:/Documents/MORANGOOO/Duponchelia%20fovealis%20-%20pronouncing%20it%20is%20just%20the%20start%20of%20the%20battle.htm>>. Acesso em 16 de agosto 2013.
- Oliveira, R.P. & W.B. Scivittaro. 2006.** Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. Rev. Bras. Frutic. 28: 520-522.
- Silva, A.F., M.S.C. Dias & L.A.C. Maro. 2007.** Botânica e fisiologia do morangueiro. Inf. Agropec. 28: 7-13.
- Souza, J.C., R.A. Silva, É.C. Silveira da, F.A. Abreu & M.A. Toledo de. 2013.** Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas. Minas Gerais, EPAMIG, 5p. (Circular Técnica, 180).

Specht, S. & R. Blume. 2009. Competitividade e segmento de mercado à cadeia do morango: Algumas evidências sobre o panorama mundial e brasileiro. In: SOBER 47º Congresso- Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 17p.

Stocks, S.D. & A. Hodges. 2013. Featured Creatures- European pepper moth - *Duponchelia fovealis* (Zeller). Disponível em:<http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>. Acesso em 06 de maio 2013.

Zawadneak, M.A.C., R.B. Gonçalves, T.M.A. Kuhn, E. Araujo, E.M. Dolci, B. Santos, C.R. Silva, A. Benetto & H. Vidal. 2011. Novo desafio. Rev. Cultiv. HF. 30-32.

Zawadneak, M.A.C., H. Vidal, R.B. Gonçalves, T.M.A. Kuhn, E. Araujo, E.M. Dolci, B. Santos, C.R. Silva & A. Benetto. 2013. *Duponchelia fovealis*: nova praga em morangueiro no Brasil. Disponível em:<<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=23602>>. Acesso em 06 de maio 2013.

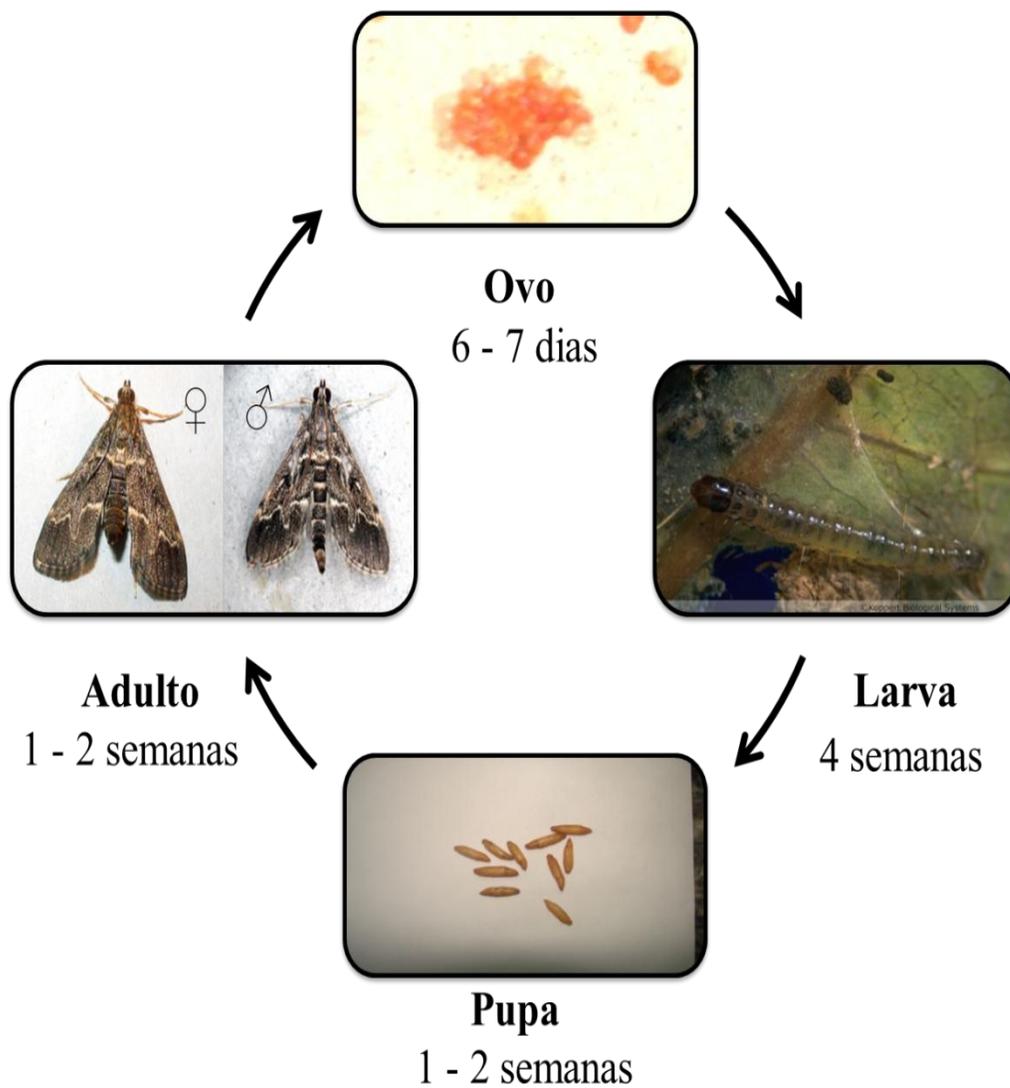


Figura 1. Ciclo de vida de *Duponchelia fovealis* (Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

CAPÍTULO 2

TOXICIDADE DE *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) A DIFERENTES INSETICIDAS¹

FRANCIELI M. SANTOS², DIRCEU PRATISSOLI³, VICTOR D. PIROVANI³, VANDO M. RONDELLI²,
HÍGOR S. RODRIGUES³, JOÃO P. P. PAES³, HUGO B. ZAGO³ E JOSÉ R. CARVALHO³

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Santos, F.M., P. Dirceu, V.D. Pirovani, V.M. Rondelli, H.S. Rodrigues, J.P.P. Paes, H.B. Zago & J.R. Carvalho. Toxicidade de *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) a diferentes inseticidas. A ser submetido à Ciência Rural.

RESUMO – A lagarta exótica do morangueiro, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) foi recentemente encontrada no Brasil, causando perdas significativas para esta cultura. Por se tratar de uma praga recente no país, ainda, não se tem registro de inseticidas para o seu controle. Assim, este trabalho avaliou a mortalidade de lagartas de segundo instar de *D. fovealis* submetidas ao tratamento com diferentes inseticidas comerciais. O tratamento foi realizado com pulverizações das lagartas em torre de Potter empregando os inseticidas: acetamiprido (0,08 g de i.a./L), ciromazina (0,1125 g de i.a./L), metoxifenoazida (0,12 g de i.a./L), tiametoxam + lambda-cialotrina (0,10575 + 0,0795 g de i.a./L), milbemectina (0,02 g de i.a./L), chlorantraniliprole (0,0368 g de i.a./L), lambda-cialotrina (0,04 g de i.a./L), deltametrina (0,0125 g de i.a./L), tiametoxam (0,75 g de i.a./L), fenpropatrina (0,195 g de i.a./L), alfa-cipermetrina (0,01 g de i.a./L), clorfenapir (0,24 g de i.a./L), indoxacarbe (0,048 g de i.a./L), e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole (0,025 + 0,05 g de i.a./L). A partir dos resultados de mortalidade de lagartas com os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole foram estimadas as concentrações letais para a praga. Dentre os três inseticidas, o indoxacarbe foi o que apresentou maior toxicidade para as lagartas, enquanto que o clorfenapir apresentou a maior inclinação da reta. Os inseticidas indoxacarbe, lambda-cialotrina + chlorantraniliprole e clorfenapir proporcionaram resultados de mortalidade de lagartas de *D. fovealis* de 70,9 a 100% podendo ser considerados como promissores para o manejo desta praga, uma vez devidamente registrados no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

PALAVRAS-CHAVE: Lagarta exótica do morangueiro, controle químico, suscetibilidade

TOXICITY OF *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) LARVAE
TO DIFFERENT INSECTICIDES

ABSTRACT – The exotic pest of strawberry, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) was recently found in Brazil, causing significant losses to this crop. Regarding its recent introduction in Brazil there are lack of information about insecticides toward its control. This study evaluated the mortality of second instar larvae of *D. fovealis* subjected to topical treatment with different commercial insecticides already available to other pests. The larvae were topic directly sprayed using a Potter`s tower with the insecticides (dosage): acetamiprid (0.08 g a.i/L), cyromazine (0.1125 g a.i/L), methoxyfenozide (0.12 g a.i/L), thiamethoxam + lambda-cyhalothrin (0.10575 + 0.0795 g a.i/L), milbemectin (0.02 g a.i/L), chlorantraniliprole (0.0368 g a.i/L), lambda-cyhalothrin (0.04 g a.i/L), deltamethrin (0.0125 g a.i/L), thiamethoxam (0.75 g a.i/L), fenpropathrin (0,195 g a.i/L), alpha-cypermethrin (0.01 g a.i/L), chlorfenapyr (0.24 g a.i/L), indoxacarb (0.048 g a.i/L) and lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprole (0.025 + 0.05 g a.i/L). Based on mortality of second instar larvae, the insecticides chlorfenapyr, indoxacarb and lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprole were assayed to calculate the dose-mortality curves. Among the three insecticides, the indoxacarb was the most toxic to larvae; while chlorfenapyr exhibited the highest slope. The insecticides indoxacarb, chlorfenapyr and lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprole caused levels of mortality from 70.9 to 100% to second instar larvae of *D. fovealis*, which can be considered promising insecticides to control this pest, once properly recorded in Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA).

KEY WORDS: Exotic strawberry larvae, chemical control, susceptibility

Introdução

A lagarta exótica do morangueiro, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) foi constatada no Brasil em 2008 (Zawadneak *et al.* 2013), ocasionando perdas significativas a produção de morango (Franco & Baptista 2010). As perdas ocasionadas por *D. fovealis* estão relacionados à alimentação das lagartas, que são altamente vorazes, atacando todas as partes da planta e acarretando queda na produção (Zawadneak *et al.* 2013). Por se tratar de uma praga recentemente introduzida, ainda, não se tem nenhum registro de inseticida pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para seu controle (Agrofit 2014). No entanto, alguns inseticidas como Karate Zeon[®] (lambda-cialotrina), Decis[®] (deltametrina), Spintor[®] (spinosade) e Pirate[®] (clorfenapir), já estão sendo utilizados de forma emergencial em Portugal e no Brasil (Franco & Baptista 2010, Souza *et al.* 2013).

O controle de *D. fovealis* pode ser feito por meio de aplicações de inseticidas (Stocks & Hodges 2013, Bethke & Vander Mey 2013). Contudo são necessárias aplicações frequentes, em curtos intervalos de tempo, em decorrência do comportamento das lagartas em permanecer na parte basal da planta protegida parcialmente das pulverizações pela folhagem do morangueiro e, também, a ausência de alimentação durante o período de pré-pupa, impedindo, portanto, que alguns produtos de ação estomacal sejam ingeridos (Franco & Baptista 2010). Devido ao comportamento dessa praga, o controle químico pode não apresentar o efeito esperado de mortalidade, acarretando assim em uma maior dosagem de produtos, bem como aumento na frequência de aplicações (Roush & Tabashnik 1990).

Diante destas dificuldades e escassez de métodos viáveis de controle, torna-se necessário avaliar o potencial de inseticidas como forma de conhecer a toxicidade de produtos comerciais

para futuro manejo da praga. Segundo Dadialla *et al.* (1998), a diferença entre produtos testados no controle de lagartas está basicamente nos seus mecanismos de ação.

Inseticidas como clorfenapir, oxadiazinas e piretróides têm sido largamente empregados para o controle de uma gama de insetos-praga, inclusive lepidópteros (Agrofit 2014). Clorfenapir é um pró-inseticida bioativado por monoxigenases, que inibem a síntese de ATP por meio de desacoplamento de prótons ativos (H^+) da mitocôndria, tendo como representante o inseticida Pirate[®] (Marçon 2013). De acordo com a BASF (2013) esse inseticida tem ação de contato e ingestão, embora a ação por ingestão seja aparentemente a mais eficiente, podendo apresentar uma atividade translaminar em espécies de plantas.

As oxadiazinas pertencem a um novo grupo de inseticidas, cujo único representante atualmente é o indoxacarbe (Marçon 2013), esse inseticida atua como bloqueadores de canais de sódio, agindo no sistema nervoso dos insetos, causando mortalidade nos mesmos (Oliveira 2008).

Os piretróides estão entre os inseticidas mais utilizados atualmente no controle de lepidópteros, agindo em baixas quantidades e sendo efetivos contra um largo espectro de insetos (Santos *et al.* 2007). Segundo Soderlund *et al.* (2002), seu mecanismo de ação interage com os canais de sódio distribuídos ao longo do axônio, causando paralisia e mortalidade nos insetos (Santos *et al.* 2007).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi a avaliar a toxicidade de larvas de *D. fovealis* a diferentes inseticidas comerciais.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), sediado no Centro de Ciências

Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES.

Criação de *Duponchelia fovealis*. A criação foi realizada em laboratório nas condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase utilizando a metodologia desenvolvida no NUDEMAFI. As lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes de plástico transparentes (16cm x 10cm), contendo tiras de papel dobrado de modo sanfonado. Sobre o papel foi acondicionada uma tela de plástico, e sobre a mesma foram fixados cubos 1cm de dieta proposta por King & Hartley (1985), para *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). As lagartas permaneceram nestes potes até atingirem a fase de pupa. As pupas foram coletadas e transferidas para potes com papel toalha umedecidos. Os adultos recém emergidos foram acondicionados em gaiolas de tubos de PVC (20cm x 25cm) revestidos com papel sulfite, sobre uma base de isopor também revestida com papel sulfite. A parte superior foi fechada com tecido filó para evitar a fuga dos adultos e permitir a circulação de ar. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10% (v/v) ofertada em tubos de vidro com capacidade para 5mL, contendo chumaço de algodão embebido. As posturas foram coletadas diariamente por meio da troca do papel que reveste a gaiola e acondicionadas em caixas de acrílico tipo Gerbox[®] (11cm x 11cm x 3cm) com tampa e mantidas até a eclosão das lagartas.

Inseticidas Testados. Os inseticidas testados foram adquiridos em mercado local: acetamiprido (Saurus[®], Iharabras S.A. Indústrias Químicas) (0,08 g de i.a./L), ciromazina (Trigard[®] 750 WP, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) (0,1125 g de i.a./L), metoxifenoazida (Intrepid[®] 240 SC, Dow Agrosiences Industrial Ltda) (0,12 g de i.a./L), tiametoxam + lambda-cialotrina (Platinum Neo[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) (0,10575 + 0,0795 g de i.a./L), milbemectina (Milbeknock[®], Iharabras S.A. Indústrias Químicas) (0,02 g de i.a./L), chlorantraniliprole (Premio[®], Du Pont do Brasil S.A) (0,0368 g de i.a./L), lambda-cialotrina (Karate Zeon[®] 50 CS, Syngenta Proteção de

Cultivos Ltda) (0,04 g de i.a./L), deltametrina (Decis[®] 25 EC, Bayer CropScience Ltda) (0,0125 g de i.a./L), tiametoxam (Actara[®] 250 WG, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) (0,75 g de i.a./L), fenproprina (Danimen[®] 300 EC, Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda) (0,195 g de i.a./L), alfa-cipermetrina (Fastac[®] 100, Basf S.A) (0,01 g de i.a./L), clorfenapir (Pirate[®], Basf S.A) (0,24 g de i.a./L), indoxacarbe (Rumo[®] WG, Du Pont do Brasil S.A) (0,048 g de i.a./L) e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole (Ampligo[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) (0,025 + 0,05 g de i.a./L). Foram feitos ensaios preliminares de mortalidade com todos estes inseticidas, porém apenas os três últimos foram selecionados para o teste final, devido a melhores resultados (Tabela 1).

Toxicidade de Inseticidas para *Duponchelia fovealis*. Os inseticidas foram diluídos em água destilada na maior concentração registrada de cada produto (Tabela 1). Como tratamento testemunha utilizou somente água destilada.

A realização do bioensaio contou de discos foliares de quatro centímetros de diâmetro de morangueiro da variedade Tudla foram higienizadas em solução à base de hipoclorito de sódio a 5%, sendo logo após lavadas em água corrente. Para a retirada do excesso de água, os discos foliares foram mantidos sobre papel toalha até a evaporação completa da água, em seguida, transferidos para placas de Petri (9,5 x 1,5 cm), forradas com papel filtro. Após esse procedimento, cinco lagartas de segundo ínstar foram transferidas para os discos de folhas e pulverizadas utilizando torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK) regulada à pressão de 15 lb/po², utilizando 18 mL de cada inseticida e testemunha, medido com auxílio de pipetador automático de 2 a 10 mL. Foram pulverizadas as tampas da placa de Petri (6 mL) a face abaxial (6 mL) e adaxial dos discos (6 mL). Após as placas serem pulverizadas, esperou-se a secagem das mesmas, e em seguida foram tampadas e vedadas com filme de PVC transparente para prevenir a

fuga das lagartas, onde foram feitos três pequenos furos com um estilete pontiagudo no filme de PVC para possibilitar trocas gasosas. As placas foram mantidas em câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. O bioensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com 14 tratamentos (inseticidas) com cinco repetições (25 lagartas) para cada inseticida ou testemunha. A avaliação da mortalidade larval foi realizada após 24, 48, 72 e 96h do tratamento. O critério de mortalidade foi baseado na locomoção das lagartas, isto é, a ausência de resposta a estímulos de toque com um pincel de ponta fina foi considerada como evidência de mortalidade.

Os dados de percentagem de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925), transformados em raiz ($x + 1$) e submetidos à análise de variância. As médias foram separadas pelo teste de Scott-Knott ($P = 0,05$). Para a realização da análise utilizou-se o programa computacional Assistat versão 7.6 beta (Silva & Azevedo 2002). Para cálculo da eficiência de controle utilizou-se a fórmula de Henderson & Tilton (1955).

Retas Concentração-Mortalidade de Três Inseticidas para *Duponchelia fovealis*. A partir dos resultados do experimento anterior, os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole apresentaram melhor desempenho quanto à mortalidade de lagartas de segundo instar de *D. fovealis*. Assim, retas de concentração-mortalidade de lagartas foram estabelecidas empregando os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole preparadas a partir da diluição do produto comercial em água destilada. Para a testemunha foi utilizada apenas água destilada. As concentrações utilizadas foram determinadas previamente através de pré-testes, onde se buscou uma resposta de mortalidade entre 0 e 100%. Assim, foram testadas as concentrações (0,025; 0,0334; 0,0446; 0,1057; 0,1409; 0,1879 e 0,25 g de i.a./L), (0,000025; 0,000065; 0,0001; 0,00016; 0,000405; 0,000645 e 0,001 g de i.a./L), (0,010; 0,0217;

0,0692; 0,01499; 0,2208; 0,3251; 0,4786 e 2,25 g de i.a./L) dos inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, respectivamente. Para a realização do bioensaio foram utilizados discos foliares de morangueiro pulverizados com as respectivas concentrações inseticidas seguindo o procedimento descrito no experimento anterior. Após a obtenção dos discos de folhas, cinco lagartas de segundo ínstar foram transferidas para as folhas, as quais foram pulverizadas utilizando torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK) regulada à pressão de 15 lb/pol² e utilizando 18 mL de cada inseticida e testemunha, medido com pipetador automático de 2 a 10 mL. A pulverização foi feita da menor para a maior concentração de cada produto. Foram pulverizadas as tampas da placa de Petri (6 mL), a parte abaxial (6 mL) e adaxial das folhas (6 mL). Após as placas serem pulverizadas, esperou-se a secagem das mesmas, e em seguida foram tampadas e vedadas com filme de PVC transparente para prevenir a fuga das lagartas, onde foram feitos três pequenos furos com um estilete pontiagudo no filme de PVC para possibilitar trocas gasosas. As placas foram mantidas em câmara climatizada à temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os bioensaios foram repetidos três vezes no tempo. A avaliação da mortalidade larval foi realizada após 48, 72 e 96h do tratamento. O critério de mortalidade foi baseado na locomoção das lagartas, isto é, a ausência de resposta a estímulos de toque com um pincel.

Os dados de mortalidade de lagartas acumulado foram submetidos à correção de mortalidade pela mortalidade na testemunha e, posteriormente, submetida à análise de Probit (Finney 1971), utilizando o programa Polo PC (LeOra Software 1987). As retas de concentração-mortalidade foram calculadas obtendo as equações e seus respectivos parâmetros para cálculo das CL₅₀ e CL₉₀, bem como das razões de toxicidade entre os inseticidas.

Resultados

Toxicidade de Inseticidas para *Duponchelia fovealis*. Os inseticidas estudados apresentaram diferente desempenho quanto à mortalidade de lagartas de segundo instar de *D. fovealis* ($F_{5, 404} = 32$; $P < 0,001$) (Tabela 2). Os inseticidas, lambda-cialotrina, milbemectina, ciromazina, tiametoxam, metoxifenoazida e deltametrina não causaram mortalidade de larvas e, portanto, não foram considerados nas análises. Entre os inseticidas testados e que foram tóxicos para as lagartas, a mortalidade observada variou de 16,9 a 100% (Tabela 2). Os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole foram os que ocasionaram maiores mortalidades, respectivamente, 70,9; 80 e 100%, sendo estatisticamente semelhantes entre eles e superiores aos demais inseticidas testados. Para esses inseticidas foi calculado eficiência de controle igual a 73,3; 80 e 100%. Os inseticidas alfa-cipermetrina, chlorantraniliprole, acetamiprido, tiametoxam + lambda-cialotrina e fenpropratrina ocasionaram mortalidade semelhante e inferior a 41%, o que resultou em eficiência esperada de controle que variou entre 20 e 40%.

Retas Concentração-Mortalidade de Três Inseticidas para *Duponchelia fovealis*. Os resultados de mortalidade de *D. fovealis* tratadas com as diferentes concentrações dos três inseticidas testados ajustaram-se ao modelo de Probit ($P > 0,05$). Portanto, as concentrações CL_{50} e CL_{90} foram calculadas para cada inseticida testado. Os valores de CL_{50} e CL_{90} para clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, foram 0,064; 0,00008 e 0,030; e 0,229; 0,0007 e 0,728 (g de i.a./L), respectivamente (Tabela 3). Com base nestes resultados, as menores CL_{50} e CL_{90} foram obtidas com o inseticida indoxacarbe, seguido por clorfenapir e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole. Também, o inseticida clorfenapir apresentou a maior inclinação

da reta, indicando maior homogeneidade na mortalidade de lagartas com a variação de concentrações.

Discussão

Os inseticidas, lambda-cialotrina, milbemectina, ciromazina, tiametoxam, metoxifenoazida e deltametrina não causaram mortalidade nas larvas, já os inseticidas alfa-cipermetrina, chlorantraniliprole, acetamiprido, tiametoxam + lambda-cialotrina e fenpropratrina ocasionaram mortalidade semelhante e inferior a 41%. Esses resultados podem ser justificados devido ao fato desses inseticidas não serem registrados para o controle de *D. fovealis*, portanto, o uso das concentrações utilizadas nesse trabalho pode fazer com que esses produtos necessitem de mais tempo de exposição, ou de dosagens maiores para o controle efetivo da praga.

Dentre os inseticidas testados, clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole foram os que ocasionaram maiores mortalidades. O inseticida indoxacarbe tem apresentado bom resultado de controle de insetos da ordem Lepidoptera. Segundo Martinelli *et al.* (2003), esse inseticida demonstrou excelente ação no controle de *Neoleucinoides elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae), na cultura do tomateiro com uma dose de 2,4 g i.a./100 L, havendo uma diminuição de 80% dos danos causados por essa praga. Além de ser bastante eficiente no controle de lepidópteros, esse inseticida tem apresentado baixa toxicidade aos organismos não alvos como o parasitoide *Aphidius rhipalisiphi* Viereck (Hymenoptera: Aphididae), o ácaro predador *Typhlodromus pyri* Sheuten (Acari: Phytoseiidae) e o predador *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) (Wing *et al.* 1998).

O inseticida indoxacarbe foi o mais tóxico para as lagartas de segundo instar de *D. fovealis* dos três produtos utilizados. Isto pode está relacionado ao fato de como esse inseticida age no

organismo dos insetos. Segundo Wing *et al.* (2000), o efeito do inseticida ocorre após a sua bioativação através da ação de enzimas presentes no inseto e que resultam na formação do metabólito JT333 (N-decarbomethoxylated) que causa bloqueio dos canais de sódio. A metabolização do indoxacarbe em JT333 causa desde pequenas convulsões até a paralisia do inseto seguida de morte. Atividades como alimentação e oviposição são rapidamente interrompidas após a exposição ao produto, enquanto que a morte propriamente dita pode demorar de 4 à 72h (Marçon 2013), o que foi encontrado nesse trabalho após 72h de avaliação.

Os inseticidas piretróides como lambda-cialotrina são conhecidos como moduladores dos canais de sódio das células nervosas do sistema nervoso e periférico, atuando assim nos canais de sódio (Elliott & Janes 1978). Esses inseticidas, ao contrário das oxadiazinas não mantêm os canais de sódio fechados; esse mecanismo pode fazer com que esse inseticida haja de uma forma mais demorada no organismo dos insetos em pequenas quantidades de princípio ativo (Storch *et al.* 2008, Marçon 2013).

O inseticida chlorantraniliprole pertence ao grupo químico antranilamida. Ele tem a função de ativar os receptores da rianodina através da regulação da liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático de células musculares, afetando assim a contração muscular dos insetos (Masaki *et al.* 2006). Esses inseticidas necessitam de um tempo maior para promover a morte dos insetos, o que faz com que sua eficiência sobre a mortalidade venha a ocorrer em avaliações após 72h (Satelle *et al.* 2008). O fato do inseticida Ampligo ter tido efeito mais lento sobre *D. fovealis*, pode ser devido a junção de lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, que possuem mecanismos de ação mais demorados.

Embora o inseticida Ampligo tenha tido um efeito mais lento sobre a praga, ele obteve uma mortalidade de 80%, quando comparado à ação dos inseticidas utilizados separadamente, o

que caracteriza em um efeito sinérgico, na qual a soma dos fatores é maior que do que seu efeito independente. Os inseticidas lambda-cialotrina e chlorantraniliprole utilizados isoladamente causaram uma mortalidade de 0 e 34,6% sobre *D. fovealis*, essa diferença de mortalidade encontrada quando os inseticidas foram utilizados em conjunto e separadamente nos dá evidencia que essa praga possa ter uma certa resistência a inseticidas piretroides. Os mecanismos de resistência de insetos a inseticidas têm sido incluídos em quatro categorias: detoxificação ou metabolização do inseticida por enzimas; redução da penetração do inseticida pela cutícula do inseto; redução da sensibilidade no sítio de ação do inseticida pelo sistema nervoso e comportamento dos insetos frente a inseticidas (Hodges & Meik 1986, Hinks & Spurr 1991, Hemingway 2000, Lorini & Beckel 2002). De acordo com Beckel *et al.* (2006), a ação de sinergistas tem sido uma ferramenta importante na descoberta de espécies de insetos resistentes.

O inseticida clorfenapir apresentou a maior inclinação da reta da concentração-mortalidade entre os três produtos (Tabela 3). Valores altos de inclinação da reta indicam que pequenas variações na concentração do inseticida promovem respostas maiores na mortalidade da praga alvo *D. fovealis*. Deste modo, pequenas quantidades do princípio ativo podem ser suficientes para causar mortalidade nessas lagartas em menor tempo de exposição. Adamczyk *et al.* (1999), encontraram alta mortalidade de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), após 24h de exposição, diferentemente do que foi constatado para *D. fovealis* onde só houve alta mortalidade após 72h.

Dentre os produtos testados, os inseticidas clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, apresentaram maior eficiência no controle da praga. Assim, considerando os resultados deste trabalho, estes inseticidas são promissores para o manejo de *D. fovealis*, podendo ser utilizados para o controle da mesma, desde que sejam registrados no MAPA. Porém, estudos

adicionais que avaliem os efeitos subletais, de resistência e seletividade ainda devem ser realizados, bem como testes de eficácia em campo para dimensionamento de dosagens.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE), ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por permitirem o desenvolvimento dessa pesquisa, a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao professor Jorge Braz Torres (PPGEA/UFRPE) pelas contribuições.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925.** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Adamczyk Jr.J.J., B.R. Leonard & J.B. Graves. 1999.** Toxicity of selected insecticides to fall armyworms (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory bioassay studies. *Fl. Entomol.* 82: 230-236.
- Agrofit. 2014.** Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 09 de janeiro 2014.
- BASF. 2013.** Basf Produtos e Mercados, proteção de cultivos. Inseticida Pirate. Disponível em:<http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/content/APBrazil/solutions/insecticides/insecticides_product/Pirate>. Acesso em 26 de novembro 2013.

- Beckel, H.S., I. Lorini & S.M.N. Lazzari. 2006.** Efeito do sinergista butóxido de piperonila na resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) a deltametrina e fenitrotiom. Rev. Bras. Entomol. 50: 110-114.
- Bethke, J.A. & B. Vander Mey. 2013.** Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso em 17 de junho 2013.
- Dadialla, T.S., R.C. Glenn & P.L. Dat. 1998.** New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. Annu. Rev. Entomol. 43: 545-569.
- Elliott, M. & N.F. Janes. 1978.** Synthetic pyrethroids – a new class of insecticide, Chem. Soc. Rev. 7: 473-505.
- Finney, D.J. 1971.** Probit analysis. Cambridge, Cambridge University Press, 31p.
- Franco, M.C. & M.C. Baptista. 2010.** *Duponchelia fovealis* Zeller. nova praga em Portugal. Frutas Leg. Flores. 110: 34-35.
- Hemingway, J. 2000.** The molecular basis of two contrasting metabolic mechanisms of insecticide resistance. Insect Biochem. Mol. Biol. 30: 1009-1015.
- Henderson, C.F. & E.W. Tilton. 1955.** Tests with acaricides against the brown wheat mite. J. Econ. Entomol. 48: 157-161.
- Hinks, C.F. & D.T. Spurr. 1991.** The efficacy and cost benefits of binary mixtures of deltamethrin combined with other insecticides or synergists against grasshoppers at two temperatures. J. Agricul. Entomol. 8: 29-39.
- Hodges, R.J. & J. Meik. 1986.** Lethal and sublethal effects of permethrin on Tanzanian strains of *Tribolium castaneum* (Herbst), *Gnatoceus maxillosus* (F.) *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Insect Sci. Appl. 7: 533-537.
- King, E.G. & G.G. Hartley. 1985.** *Diatraea saccharalis*, p. 265-270. In P. Singh & R.F. Moore (eds.). Handbook of insect rearing. New York, Elsevier, 514 p.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a User's Guide to Probit or Logit Analyses. Berkeley, California.
- Lorini, I. & H.S. Beckel. 2002.** Mecanismos de resistência das pragas de grãos armazenados, p. 555–568. In Lorini, L.H. Miike & V. M. Scussel, Bio Geneziz, (ed.) Armazenagem de Grãos, Campinas, 983p.
- Marçon, P.G. 2013.** Modo de ação de inseticidas e acaricidas-IRAC BR. Disponível em:<<http://www.irc-br.org.br/arquivos/mododeacao.doc>>. Acesso em 16 de dezembro 2013.

- Martinelli, S., M.A. Montagna, N.C. Picinato, F.M.A. Silva & O.A. Fernandes. 2003.** Eficácia do indoxacarb para o controle de pragas em hortaliças. *Hortic. Bras.* 21: 501-505.
- Masaki, T., N. Yasokawa, M. Tohnishi, T. Nishimatsu, K. Tsubata, K. Inoue, K. Motoba & T. Hirooka. 2006.** Flubendiamide, a Novel Ca²⁺ + Channel Modulator, Reveals Evidence for Functional Cooperation between Ca²⁺ Pumps and Ca²⁺ + Release. *Mol. Pharmacol.* 69: 1733-1739.
- Oliveira, F.E.B. 2008.** Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuide) a metaflumizone na cultura do milho: bases para o manejo da resistência. Dissertação de Mestrado. Piracicaba-SP, 53p.
- Roush, R.T. & B.E. Tabashnik. 1990.** Pesticide resistance in arthropods. New York, Chapman and Hall, 352 p.
- Santos, M.A.T., M.A. Areas & F.G.R. Reyes. 2007.** Piretróides – Uma visão geral. *Alim. Nutr.* 18: 339-349.
- Satelle, D.B., D. Cordova & T.R. Cheek. 2008.** Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemical. *Invert Neurosci.* 8: 107-119.
- Stocks, S.D. & A. Hodges. 2013.** Featured Creatures- European pepper moth – *Duponchelia fovealis* (Zeller). Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>. Acesso em 06 de maio 2013.
- Souza, J.C., R.A. Silva, É.C. Silveira da, F.A. Abreu & M.A. Toledo de. 2013.** Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas. Minas Gerais, EPAMIG, 5p. (Circular Técnica, 180).
- Silva, F.A.S & C.A.V. Azevedo. 2002.** Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Rev. Bras. Prod. Agroindust.* 4: 71-78.
- Storch, G., A.E. Loeck, M.S. Gracia, D.A. Magano, R. Lorenzetti & M. Remor. 2008.** Linha básica de suscetibilidade de inseticidas de ação por contato sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizados na cultura do milho. *Rev. Bras. Agroc.* 14: 291-297.
- Soderlund, D.M., J.M. Clark, L.P. Sheets, L.S. Mullin, V.J. Piccirillo, D. Sargent, J.T. Stevens & M.L. Weiner . 2002.** Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *Toxicology* 171: 3-59.
- Wing, K.D., M. Schnee, M. Sacher & M. Connair. 1998.** A novel oxidiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 37: 91-103.

Wing, K.D., M. Sacher, Y. Kagaya, Y. Tsurubuchi, L. Mulderig, M. Connair & M. Schnee. 2000. Bioactivation and mode of action of the oxidiazine indoxacarb in insects. *Crop Prot.* 19: 537-545.

Zawadneak, M.A.C., H. Vidal, R.B. Gonçalves, T.M.A. Kuhn, E. Araujo, E.M. Dolci, B. Santos, C.R. Silva & A. Benetto. 2013. *Duponchelia fovealis*: nova praga em moranguerio no Brasil. Disponível em:<
<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=23602>>. Acesso em 06 de maio 2013.

Tabela 1. Características dos inseticidas empregados no bioensaio de toxicidade para lagartas de segundo instar de *Duponchelia fovealis*.

Temp.: 25 ± 1°C, UR 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Inseticidas e Formulações	Modo de Ação	Grupo Químico	Produto Comercial	Classe toxicológica	Dosagem recomendada	Alvo biológico	Fabricante
Acetamiprido (SP)	Agonistas de Acetilcolina	Neonicotinóide	Saurus [®]	III	40g/100L	<i>Bemisia tabaci</i>	Iharabras S.A.
Alfa-cipermetrina (EC)	Moduladores dos canais de sódio	Piretróide	Fastac [®] 100	III	10mL/100L	<i>Diabrotica speciosa</i>	Basf S.A
Ciromazina (WP)	Inibidores da síntese de quitina	Triazinamina	Trigard [®] 750 WP	IV	15g/100L	<i>Lyriomyza huidobrensis</i>	Syngenta
Chlorantraniliprole (SC)	(A) Bloqueadores do sistema alimentar e calmantes musculares	Antranilamida ou Diamida	Premio [®]	III	20mL/100L	<i>Tuta absoluta</i>	Du Pont
Clorfenapir (SC)	Inibidores da síntese de ATP	Análogo de pirazol	Pirate [®]	III	100mL/100L	<i>Ascia monuste orsei</i>	Basf S.A
Deltametrina (EC)	Moduladores dos canais de sódio	Piretróide	Decis [®] 25 EC	III	50mL/100L	<i>Agrotis ipsilon</i>	Bayer
Fenpropratrina (EC)	Moduladores dos canais de sódio	Piretróide	Danimen [®] 300 EC	I	65mL/100L	<i>Tetranychus urticae</i>	Sumitomo
Indoxacarbe (WG)	Bloqueadores dos canais de sódio	Oxadiazina	Rumo [®] WG	I	16g/100L	<i>Tuta absoluta</i>	Du Pont
Lambda-cialotrina (CS)	(B) Moduladores dos canais de sódio	Piretróide	Karate Zeon [®] 50 CS	III	80mL/100L	<i>Capitophorus fragaefolli</i>	Syngenta
Lambda-cialotrina + chlorantraniliprole (SC)	A + B	Piretróide e Antranilamida	Ampligo [®]	II	50mL/100L	<i>Pseudoplusia includens</i>	Syngenta
Metoxifenoazida (SC)	Ecdisteróides	Hidrazida	Intrepid [®] 240 SC	III	50mL/100L	<i>Tuta absoluta</i>	Dow Agrosciences
Milbemectina (EC)	Ativador do canal de cloro	Milbemicina	Milbeknock [®]	III	40mL/100L	<i>Tuta absoluta</i>	Iharabras S.A.
Tiametoxam + lambda-cialotrina (SC)	B + C	Neonicotinóide e Piretróide	Platinum Neo [®]	III	75mL/100L	<i>Diabrotica speciosa</i>	Syngenta
Tiametoxam (WG)	(C) Agonistas de acetilcolina	Neonicotinóide	Actara [®] 250 WG	III	300g/100L	<i>Dysmicoccus brevipes</i>	Syngenta

Tabela 2. Porcentagem de mortalidade de lagartas de segundo instar de *Duponchelia fovealis* tratadas com diferentes inseticidas e eficiência de controle. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase.

Princípios ativos	Mortalidade corrigida ^{1,2}	EC ³
Alfa-cipermetrina	40,6 ± 6,46 b	40,0
Indoxacarbe	70,9 ± 12,47 a	73,3
Chlorantraniliprole	34,6 ± 12,36 b	35,0
Acetamiprido	24,5 ± 10,75 b	33,3
Lambda-cialotrina + Chlorantraniliprole	80,0 ± 12,93 a	80,0
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	24,5 ± 10,75 b	33,3
Fenpropratrina	16,9 ± 6,23 b	20,0
Clorfenapir	100,0 ± 0,00 a	100,0
Lambda-cialotrina *	---	---
Milbemectina *	---	---
Ciromazina *	---	---
Tiametoxam *	---	---
Metoxifenoazida *	---	---
Deltametrina *	---	---
CV%	30,22	
F	5,404	
G.L	32	
P	<0,001	

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

² Dados transformados por raiz de $(x+1)$.

³ Eficiência de controle [equação de Henderson & Tilton (1955)].

* Não ocasionou mortalidade nas concentrações avaliadas.

Tabela 3. Retas concentração-mortalidade e respectivas CL₅₀ e CL₉₀ de clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole sobre lagartas de segundo instar de *Duponchelia fovealis*. Temp.: 25 ± 1°C, UR 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Produto	n ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (g de i.a./L)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (g de i.a./L)	GL ⁴	χ ²⁽⁵⁾
Clorfenapir	420	2,31±0,20	0,064 (0,052-0,077)	0,229 (0,017-0,034)	5	8,73
Indoxacarbe	420	1,40±0,14	0,00008 (0,00007-0,0001)	0,00070 (0,00052-0,001)	5	2,05
Lambda- cialotrina + Chlorantraniliprole	480	0,93±0,10	0,030 (0,021-0,041)	0,728 (0,491-1,235)	6	5,84

¹ Número de insetos usados no teste.

² Erro-padrão.

³ Intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade.

⁴ Graus de liberdade.

⁽⁵⁾ Teste qui-quadrado.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO DE *Cotesia flavipes* (CAM.) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM
LAGARTAS DE *Duponchelia fovealis* (ZELLER) E *Diatraea saccharalis* (FABR.)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)¹

FRANCIELI M. SANTOS², DIRCEU PRATISSOLI³, VICTOR D. PIROVANI³, HÍGOR S. RODRIGUES³,
JOSÉ R. CARVALHO³ E HUGO B. ZAGO³

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Santos, F.M., P. Dirceu, V.D. Pirovani, H.S. Rodrigues, J.R. Carvalho & H.B. Zago. Desenvolvimento de *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) em lagartas de *Duponchelia fovealis* (Zeller) e *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). A ser submetido.

RESUMO – O morangueiro, *Fragaria x ananassa* Duch., tem sido atacado por *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), praga recentemente introduzida no Brasil e, que vem ocasionando perdas significativas de produção. Lagartas de *D. fovealis* foram encontradas parasitadas por *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), em lavouras de São José dos Pinhais, na região de Curitiba, PR, indicando ser um provável agente com potencial de controle para essa praga. Este trabalho avaliou o desenvolvimento de *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) em lagartas de *D. fovealis* e de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). No experimento utilizou-se 90 lagartas de terceiro ínstar de *D. saccharalis* e 90 lagartas de quarto ínstar de *D. fovealis*, que foram submetidas ao parasitismo por *C. flavipes*. Os parâmetros avaliados foram ciclo de vida do parasitoide, porcentagem de parasitismo e sua viabilidade, razão sexual, e número de parasitoides emergidos por lagarta parasitada. Os resultados mostraram que *C. flavipes* parasitou 52,2% das lagartas de *D. fovealis* ofertadas, porém não apresentou desenvolvimento satisfatório com média de apenas, 11,5 pupas por lagarta parasitada, com uma emergência de 2,8 adultos. Os resultados sugerem que *C. flavipes* ainda não está adaptada a *D. fovealis*.

PALAVRAS-CHAVE: Parasitoide, controle biológico, hospedeiro

DEVELOPMENT OF *Cotesia flavipes* (CAM) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)
PARASITIZING LARVAE OF *Duponchelia fovealis* (ZELLER) AND *Diatraea saccharalis*
(FABR.) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT – Strawberry plants, *Fragaria x ananassa* Duch, has been attacked by *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a pest recently introduced in Brazil and that has caused significant losses. Larvae of *D. fovealis* were found parasitized by *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) in crops of São José dos Pinhais, Curitiba, PR, indicating a likely natural enemy of this pest. This study evaluated the development of *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) on larvae of *D. fovealis* and *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). In the experiment was used 90 third instar larvae of *D. saccharalis* and 90 fourth instar larvae of *D. fovealis*, which were subjected to parasitism by *C. flavipes*. The parameters duration from parasitism to emergence of adult parasitoid, percentage of parasitism and viability, sex ratio, and number of parasitoids emerged per parasitized larva were recorded. The results showed that *C. flavipes* parasitized 52.2% of *D. fovealis* larvae, but with only 11.5 pupae originated per parasitized larvae and with 2.8 adults emerged. The results suggest that *C. flavipes* is not yet adapted to *D. fovealis*.

KEY WORDS: Parasitoid, biological control, host

Introdução

O morangueiro, *Fragaria x ananassa* Duch., tem sido produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, destacando-se com grande expressão econômica entre as pequenas frutas (Silva *et al.* 2007, Specht & Blume 2009). No entanto, problemas fitossanitários têm sido relatados e, em 2008, foi registrada no Estado do Paraná uma nova praga atacando o morangueiro, identificada como sendo *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), que foi posteriormente registrada no Estado do Espírito Santo (Zawadneak *et al.* 2013). A praga tem se destacado pelo rápido crescimento populacional, alta capacidade de dispersão, de difícil controle e capacidade de redução na produção (Franco & Baptista 2010, Fornazier *et al.* 2011).

Devido aos problemas que essa praga vem ocasionando, alguns métodos alternativos de controle têm sido utilizados em outros países. Entre eles, o controle biológico com, o besouro *Atleta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae), um predador de ovos e lagartas de primeiro instar, nematoides entomopatogênicos (*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar e *Steinernema* spp.) (Nematoda : Rhabditida) (Stocks & Hodges 2013). Os ácaros predadores *Hypoaspis miles* Costa e *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acari: Laelapidae) e parasitoides do gênero *Trichogramma* (Franco & Baptista 2010).

Segundo Zawadneak *et al.* (2013), lagartas de *D. fovealis* também foram encontradas parasitadas por *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), em lavouras de São José dos Pinhais, na região de Curitiba, PR, indicando ser um provável agente de controle biológico com potencial de controle para essa praga. Entre as espécies, *C. flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) tem sido um parasitoide de reconhecido sucesso no controle de outra espécie praga *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) (Sandoval & Senô 2010). O sucesso de *C. flavipes* tem se destacado no controle de *D. saccharalis* devido à capacidade desse parasitoide em

encontrar uma planta infestada e posteriormente localizar o hospedeiro no interior do colmo da planta (Potting *et al.* 1997). Essa característica pode favorecer o controle de *D. fovealis*, já que esta espécie possui o comportamento de permanecer a maior parte do seu desenvolvimento na parte basal da planta (Franco & Baptista 2010). O sucesso do parasitismo de *C. flavipes* sobre *D. fovealis* abriria oportunidade de uso deste no controle biológico aplicado desta praga. Isto porque *C. flavipes* pode ser produzido em grande quantidade em condições de laboratório.

O parasitoide *C. flavipes* foi introduzido no Brasil, proveniente de Trinidad em 1974 para os canaviais de Alagoas (Mendonça *et al.* 1977). Esse endoparasitoide apresenta uma relação mais íntima e específica com o seu hospedeiro, necessitando de uma compatibilidade fisiológica entre ambos para que possa haver um parasitismo satisfatório (Rutledge & Wiedenmann 1999).

Os parasitoides coinobiontes como, *C. flavipes* permitem o desenvolvimento do seu hospedeiro, porém, causam variadas alterações na composição da hemolinfa, capacidade de síntese proteica, e sistema endócrino e imunológico do seu hospedeiro. Em geral, os coinobiontes, induzem em seus hospedeiros uma série de modificações fisiológicas para garantir sucesso do parasitismo. Muitas dessas mudanças são sincronizadas com o desenvolvimento do parasitoide (Asgari *et al.* 1996, Barat-Houari *et al.* 2006, Pennacchio & Strand 2006, Pinheiro *et al.* 2010).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *C. flavipes* em lagartas de *D. saccharalis* e *D. fovealis*.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES.

Criação de *Duponchelia fovealis*. A criação foi realizada em laboratório nas condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase utilizando a metodologia desenvolvida no NUDEMAFI. As lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes de plástico transparentes (16cm x 10cm), contendo tiras de papel dobrado de modo sanfonado. Sobre o papel foi acondicionada uma tela de plástico, e sobre a mesma foram fixados cubos 1cm de dieta proposta por King & Hartley (1985), para *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). As lagartas permaneceram nestes potes até atingirem a fase de pupa. As pupas foram coletadas e transferidas para potes com papel toalha umedecidos. Os adultos recém emergidos foram acondicionados em gaiolas de tubos de PVC (20cm x 25cm) revestidos com papel sulfite, sobre uma base de isopor também revestida com papel sulfite. A parte superior foi fechada com tecido filó para evitar a fuga dos adultos e permitir a circulação de ar. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10% (v/v) ofertada em tubos de vidro com capacidade para 5mL, contendo chumaço de algodão embebido. As posturas foram coletadas diariamente por meio da troca do papel que reveste a gaiola e acondicionadas em caixas de acrílico tipo Gerbox[®] (11cm x 11cm x 3cm) com tampa e mantidas até a eclosão das lagartas.

Criação do Hospedeiro-Padrão *Diatraea saccharalis*. A criação da broca-da-cana foi realizada em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase). Lagartas de *D. saccharalis* foram criadas em dieta artificial de Hansley & Hammond (1968), modificada por Araújo *et al.* (1985). Esta dieta é composta de germe de trigo, sacarose, caseína, solução vitamínica, sais de Wesson[®], ácido ascórbico, nipagin, caragenina, cloreto de colina, formaldeído e água. Ao atingirem o segundo instar as mesmas foram transferidas de tubos de vidro para recipientes de plásticos (16cm x 10cm). Ao alcançarem o estágio de pupa, foram transferidas para gaiolas de PVC (20cm x 25cm), onde permaneceram até a emergência dos adultos, o interior dessas gaiolas

eram revestidos com papel sulfite, como substrato para oviposição, e adicionada solução de mel a 10% (v/v) para alimentação dos adultos. Os ovos coletados foram esterilizados com formol (0,5%) e sulfato de cobre (17%), e posteriormente armazenados em Gerbox[®] quadrado de acrílico (11cm x 11cm x 3cm) forrado com papel filtro, por aproximadamente cinco dias, quando então foram distribuídos sobre a dieta.

Criação do Parasitoide *Cotesia flavipes*. A criação do parasitoide foi realizada, utilizando-se como hospedeiro lagartas de terceiro instar de *D. saccharalis*. Para a realização do parasitismo, vespas com 24h de idade foram confinados em gaiolas de inoculação, do tipo recipientes de plásticos (5cm x 7cm). Esta gaiola contém um orifício na tampa por onde saem os adultos de *C. flavipes*. Em seguida as lagartas foram colocadas próximas ao orifício para que o parasitoide depositasse seus ovos no interior do corpo das mesmas (Macedo *et al.* 1983). Após serem submetidas ao parasitismo, as lagartas foram transferidas individualmente para Gerbox[®] redondo (7cm x 3cm), contendo dieta artificial onde permaneceram até a formação das pupas de *C. flavipes*. As massas de casulos (pupas) foram retiradas e transferidas novamente para gaiola de inoculação, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Desenvolvimento de *Cotesia flavipes* em Lagartas de *Duponchelia fovealis* e *Diatraea saccharalis*. Para a realização deste experimento utilizou-se um número fixo de 90 lagartas do terceiro instar de *D. saccharalis* e 90 lagartas de quarto instar de *D. fovealis*, que foram submetidos ao parasitismo por *C. flavipes*, acasaladas e alimentadas. A idade dos instares foi determinada em testes preliminares. Cada lagarta representou um repetição. Após serem parasitadas as lagartas foram individualizadas em Gerbox[®] redondo (7cm x 3cm), contendo dieta artificial de Hansley & Hammond (1968) para *D. saccharalis* e dieta artificial de King & Hartley (1985) pra *D. fovealis*. Os Gerbox[®] contendo as lagartas supostamente parasitadas com dieta

foram mantidos em câmaras climatizadas ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12h) e foram monitoradas diariamente, as quais houve troca de dieta sempre que preciso. As massas de casulos de cada repetição foram retiradas e transferidas individualmente para gaiolas de inoculação, onde permaneceram até a emergência dos adultos que foram alimentados com solução de mel a 5%.

Os parâmetros determinados foram: ciclo de vida do parasitoide do parasitismo à emergência, porcentagem de parasitismo, viabilidade do parasitismo e razão sexual, bem como a produção de descendentes por lagarta parasitada. A viabilidade das pupas foi calculada pela divisão do número de adultos emergidos pelo total de casulos de cada lagarta. A razão sexual da descendência foi calculada pela divisão do número de fêmeas pelo número total de adultos emergidos por lagarta. Os parasitoides, recém-emergidos de cada hospedeiro, foram sexados considerando-se as características das antenas (Wilkinson 1928).

Análise Estatística. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variância e não assumiram os pré-requisitos para a análise de variância mesmo após transformação. Assim, a comparação dos resultados obtidos do parasitismo entre os dois hospedeiros foi realizada empregando o teste de Wilcoxon ao nível de 5% de probabilidade mediante o Proc npar1way do SAS (SAS Institute 2002).

Resultados

Desenvolvimento de *Cotesia flavipes* em Lagartas de *Duponchelia fovealis* e *Diatraea saccharalis*. Os resultados obtidos neste trabalho permitem fazer inferências sobre o desempenho de *C. flavipes*, parasitando um hospedeiro padrão (*D. saccharalis*) e a praga exótica *D. fovealis*. Entre esses hospedeiros utilizados obteve uma media de 52,2% de lagartas parasitadas para *D. fovealis* e 100% para *D. saccharalis*. As fêmeas que efetuaram parasitismo produziram de 11,5 a

51,7 pupários (Fig. 1), com uma viabilidade de 10,6% e 45,1% para *D. fovealis* e *D. saccharalis*, respectivamente. O número de adultos emergidos foi de 2,8 e 25,5 para *D. fovealis* e *D. saccharalis*, com uma razão sexual de 0,8 para ambas as espécies. O ciclo total de *C. flavipes* parasitando *D. saccharalis* foi de 17,0 dias, não diferindo para *D. fovealis* que foi de 15,4 dias (Tabela 1). Os resultados mostraram que houve diferença na viabilidade dos casulos produzidos o que poderia justificar em parte o melhor desempenho de *C. flavipes* em *D. saccharalis* que também obteve uma maior viabilidade.

Discussão

Entre os parâmetros avaliados foi observado que o hospedeiro padrão *D. saccharalis* foi o que promoveu os melhores resultados em relação a *D. fovealis*, com uma média de apenas 2,8 adultos viáveis neste último hospedeiro. Esses dados podem estar relacionados ao fato que o sucesso do parasitoide está estritamente ligado às interações hospedeiro-parasitoide, que se desenvolve ao longo do processo evolucionário, permitindo que haja uma regulação da fisiologia do hospedeiro para benefício do parasitoide (Pinto *et al.* 2006).

Lagartas parasitadas que proporcionaram a formação de pupas do parasitoide foram similares ao encontrado na literatura para *D. saccharalis* (Silva 2009). Este autor encontrou uma média de 36,7 casulos para *D. saccharalis*, o que sugere que as fêmeas utilizadas no estudo estavam com qualidade satisfatória, inclusive obtendo similar parasitismo em ambos os hospedeiros. O fato da espécie *D. saccharalis* ter produzido quatro vezes mais casulos que *D. fovealis*, pode estar relacionado ao tamanho do hospedeiro, já que a espécie *D. saccharalis* é quase três vezes maior que *D. fovealis* (150 mg vs 52 mg). De acordo com Ramadan (2004), alguns fatores como idade da fêmea do parasitoide e a qualidade do hospedeiro (espécie e

tamanho) são importantes, pois contribuem para a maturação dos ovos dos parasitoides. Lv *et al.* (2011) afirmam que *C. flavipes* prefere ovipositar em lagartas nos últimos instares, devido ao fato delas serem maiores e mais pesadas, mesmo com a possibilidade do hospedeiro encapsular seus ovos, o sucesso reprodutivo é bem maior. Desta maneira, o tamanho do hospedeiro pode ser um fator importante na relação *Cotesia-D. fovealis*.

A razão sexual é adaptativa, ou seja, pode variar de acordo com o tamanho do hospedeiro. Segundo Ueno (1998), em experimentos com *Itopectis naranyae* Ashmead (Hymenoptera: Ichneumonidae), o tamanho do hospedeiro seria o fator mais importante na determinação da razão sexual de seus descendentes, na qual, os parasitoides adaptam a distribuição da descendência de acordo com o tamanho e a idade do hospedeiro (Silva-Torres *et al.* 2009). Assim podem ajustar a razão sexual para maximizar a capacidade coletiva de sua descendência (Charnov 1979).

Os parâmetros avaliados nesse experimento além de ter sido influenciado pelo tamanho do hospedeiro, podem também terem sido influenciados pela qualidade desse hospedeiro em relação às características físico-químicas, visto que o hospedeiro é a única fonte de alimento para os imaturos em desenvolvimento do parasitoide. Algumas espécies de parasitoides parasitam os hospedeiros em diversos estágios de desenvolvimento, mas com desempenho variável (Silva-Torres *et al.* 2009). Os parasitoides podem recusar hospedeiros menores ou parasitar estágios iniciais do hospedeiro, mas esperar até haver acúmulo de nutrientes satisfatórios para seu crescimento, só ai eles começam a se desenvolver (Harvey 2005). Segundo Cònsoli & Vinson (2004), para que o desenvolvimento de *C. flavipes* seja completo é necessário que este absorva nutrientes pelo ovo diretamente da hemolinfa do seu hospedeiro. Esse parasitoide apresenta uma pequena quantidade de teor de vitelo, e essa deficiência também pode ser uma evidencia para que o desenvolvimento do parasitoide em questão tenha sido inferior.

Além desses fatores, a adaptação também pode ser considerada um entrave para o sucesso desse parasitoide, visto que o seu comportamento em laboratório pode se distinguir em campo, devido a fatores bióticos e abióticos. As plantas costumam emitir voláteis quando atacadas por insetos, fazendo com que haja uma forte atração de parasitoides, essa atração muitas vezes só aconteceria se houvesse uma grande quantidade de hospedeiros para o seu desenvolvimento. Takabayashi & Takahashi (1990), identificaram nas fezes de *Acantholeucania loreyi* Duponchel (Lepidoptera: Noctuidae), uma substância aleloquímica idêntica ao cairomônio emitido pelo hospedeiro padrão de *Apanteles kariyai* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae), *Pseudaletia separata* Walker (Lepidoptera: Noctuidae), mais apesar de *A. loreyi* ter sido capaz de atrair fêmeas de *A. kariyai*, não houve descendentes sobre esse hospedeiro, diferentemente do que aconteceria se ele tivesse sido parasitado por *P. separata*. Shiojiri *et al.* (2000), verificaram que na comparação entre plantas de crucíferas infestadas tanto pelas duas espécies, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) e *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae), quanto somente por uma delas, o parasitoide *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Hymenoptera: Braconidae) preferiu plantas infestadas pelo seu hospedeiro padrão *P. xylostella*, não reconhecendo *P. rapae* como hospedeiro, porém parasitando-as quando encontradas na planta, já *Cotesia glomerata* L. (Hymenoptera: Braconidae) não teve preferencia entre hospedeiros. O fato de *C. flavipes* nesse trabalho ter parasitado *D. fovealis* mais não ter conseguido um bom desempenho pode estar relacionado a esses fatores de adaptação, tendo em vista que essa praga é exótica e pode ter sido parasitada apenas pelo fato de ser a única forma de propagar sua espécie, o que pode não ocorrer em nível de campo.

Estes resultados preliminares não nos permite afirmar sobre o sucesso de parasitismo de *C. flavipes* em *D. fovealis*. De toda forma, os resultados mostram que será necessário estudos de

fisiologia para afirmar sobre o baixo desempenho de *C. flavipes* parasitando *D. fovealis*. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que apesar do parasitoide *C. flavipes* ser capaz de parasitar e chegar a se desenvolver, ele não apresenta desempenho satisfatório em *D. fovealis*. Assim, apesar de obter um baixo desempenho no desenvolvimento, o parasitismo desejado que resulta em mortalidade da praga foi relativamente alto (52,2%), o que até sugeriria liberações inoculativas como alternativa de controle por se tratar de uma praga exótica. No entanto, em campo, este baixo desempenho pode refletir também em um baixo índice de localização do hospedeiro. Desta maneira, somente futuros estudos poderão auxiliar em decisões voltadas a utilização ou não de *C. flavipes* para o controle de *D. fovealis*.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao (PPGEA/UFRPE), ao (NUDEMAFI-CCA/UFES) por permitirem o desenvolvimento dessa pesquisa, a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao professor Jorge Braz Torres (PPGEA/UFRPE) pelas considerações.

Literatura Citada

Araújo, J.R., P.S.M. Botelho, S.M.S.S. Araújo, L.C. Almeida & N. Degaspari. 1985. Nova dieta artificial para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr.). *Saccharum APC* 36: 45-48.

Asgari, S., M. Hellers & O. Schmidt. 1996. Host haemocyte inactivation by an insect parasitoid: transient expression of a polydnavirus gene. *J. Gen. Virol.* 77: 2653-2662.

Barat-Houari, M., F. Hilliou, F.X. Jousset, L. Sofer, E. Deleury, J. Rocher, M. Ravallec, L. Galibert, P. Delobel, R. Feyereisen, P. Fournier & A.N. Volkoff. 2006. Gene expression

profiling of *Spodoptera frugiperda* hemocytes and fat body using DNA microarray reveals polydnavirus-associated variations in lepidopteran host genes transcript levels. BMC Genomics 7: 160.

Charnov, E.L. 1979. The genetical evolution of patterns of sexuality Darwinian fitness. Am. Nat. 113: 465-480.

Cônsoli, F.L. & S.B. Vinson. 2004. Host regulation and the embryonic development of the endoparasitoide *Toxoneuron nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae). Comp. Biochem. Physiol. 137: 463-473.

Fornazier, M.J., D. Pratisoli, D.S. Martins, L.P. Dalvi, C.P. Teixeira, A.S. Tadeu, E.L. Thompson, A.K. Rodrigues, E. Cozer, J.P.A. Pereira, L. Becalli, J.P.P. Paes & M.O. Tiburcio. 2011. Praga exótica no estado do Espírito Santo: *Duponchelia fovealis* Zeller 1847(Lepidoptera: Crambidae). DSM-INCAPER, 4 p. (folder).

Franco, M.C. & M.C. Baptista. 2010. *Duponchelia fovealis* Zeller. nova praga em Portugal. Frutas Leg. Flores. 110: 34-35.

Harvey, J.A. 2005. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. Entomol. Exp. Appl. 117: 1-13.

Hensley, S.D. & A.M. Hammond Jr. 1968. Laboratory technique for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. J. Econ. Entomol. 61: 1742-1743.

King, E.G. & G.G. Hartley. 1985. *Diatraea saccharalis*. p. 265-270. In P. Singh & R.F. Moore (eds.). Handbook of insect rearing. New York, Elsevier, 514 p.

Lv, J., L.T. Wilsona, J.M. Beuzelim, W.H. White & T.E. Reagan. 2011. Impact of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) as an augmentative biocontrol agent for the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) on rice. Biol. Control. 56: 159-169.

Macedo, N., P.S.M. Botelho, N. Degaspari, L.C. Almeida J.R. Araújo & E.A. Magrini. 1983. Controle biológico da broca da cana-de-açúcar. Manual de instrução Piracicaba, MIC-PLANALSUCAR, 22p.

Mendonça, A.F., S.H. Risco & J.M.B. Costa. 1977. Introduction and rearing of *Apanteles flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) in Brazil. Proc. Int. Soc. Sugarcane Technol. 1: 703-710.

Pennacchio, F. & M.R. Strand. 2006. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. Annu. Rev. Entomol. 51: 233-58.

Pinheiro, D.O., G.D. Rossi & F.L. Cônsoli. 2010. External morphology of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) during larval development. Zoology. 6: 986-992.

- Pinto, A.S., J.F. Garcia & P.S.M. Botelho. 2006.** Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, p. 65-74. In A.S. Pinto, D.E. Nava, M.M. Rossi & D.T. Malerbo-Souza (eds.), Controle biológico de pragas: na prática. Piracicaba, FEALQ, 287p.
- Potting, R.P.J., H. Otten & L.E.M. Vet. 1997.** Absence of odour learning in the stemborers parasitoid *C. flavipes*. Anim. Behav. 53: 1211-1223.
- Ramadan, M.M. 2004.** Mass-rearing biology of *Fopius vandenboschi* (Hym., Braconidae). Entomol. Exp. Appl. 128: 226-232.
- Rutledge, C.E. & R.N. Wiedenmann. 1999.** Habitat preferences of three congeneric braconid parasitoids: implications for host-range testing in biological control. Biol. Control. 16: 144-154.
- Sandoval, S.S. & K.C.A. Senô. 2010.** Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Nucleus. 7: 243-258.
- SAS Institute. 2002.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shiojiri, K., J. Takabayashi, S. Yano & A. Takafuji. 2000.** Fight response of parasitoids toward plant-herbivore complexes: A comparative study of two parasitoid-herbivore systems on cabbage plants. Appl. Entomol. Zool. 35: 87-92.
- Silva, A.F., M.S.C. Dias & L.A.C. Maro. 2007.** Botânica e fisiologia do morangueiro. Inf. Agropec. 28: 7-13p.
- Silva, C.C.M. 2009.** Desempenho do parasitoide *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e *Diatraea flavipennella* (Box) (Lepidoptera: Crambidae). Dissertação de Mestrado. Recife-PE, 51 p.
- Silva-Torres, C.S.A., I.T. Ramos Filho, J.B. Torres & R. Barros. 2009.** Superparasitism and host size effects in *Oomyzus sokolowskii*, a parasitoid of diamondback moth. Entomol. Exp. Appl. 133: 65-73.
- Specht, S. & R. Blume. 2009.** Competitividade e segmento de mercado à cadeia do morango: Algumas evidências sobre o panorama mundial e brasileiro. In: SOBER 47º Congresso- Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 17p.
- Stocks, S.D. & A. Hodges. 2013.** Featured Creatures- European pepper moth - *Duponchelia fovealis* (Zeller). Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>. Acesso em 06 de maio 2013.
- Takabayashi, J. & S. Takahashi. 1990.** An allelochemical elicits arrestment in *Apanteles kariyai* in feces of nonhost larvae *Acantholeucania loreyi*. J. Chem. Ecol. 16: 6.

Ueno, T. 1998. Abdominal tip movements during oviposition by two parasitoids (Hymenoptera: Ichneumonidae) as an index of predicting the sex of depositing eggs. *Appl. Entomol. Zool.* 30: 590-592.

Wilkinson, D.S. 1928. A revision of the Indo-Australian species of the genus *Apanteles* (Hym.: Braconidae). Part I. *Bull. Entomol. Res.* 19: 79-105a

Zawadneak, M.A.C., H. Vidal, R.B. Gonçalves, T.M.A. Kuhn, E. Araujo, E.M. Dolci, B. Santos, C.R. Silva & A. Benetto. 2013. *Duponchelia fovealis*: nova praga em moranguerio no Brasil. Disponível em:<
<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=23602>>. Acesso em 06 de maio 2013.

Tabela 1. Média de lagartas parasitadas, número de casulos, viabilidade dos casulos, número de fêmeas, número de machos, número de adultos, razão sexual, duração larval, duração pupal, duração dos adultos e ciclo total de *C. flavipes* sobre *D. saccharalis* e *D. fovealis* em condições de laboratório. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12h.

Parâmetros	<i>D. saccharalis</i>	<i>D. fovealis</i>	χ^2 ⁽³⁾	P ¹
	(IC a 95%) ²	(IC a 95%) ²		
Lagartas parasitadas	100,0 a (n=90)	52,2 b (41,7-62,7) (n=90)	56,18	<0,0001
Número de casulos	51,7 a (45,9-57,6) (n=63)	11,5 b (9,4-13,6) (n=23)	40,48	<0,0001
Viabilidade do parasitismo	45,1 a (34,1-56,1) (n=82)	10,6 b (14,8-19,8) (n=47)	16,05	<0,0001
Número de adultos	25,5 a (19,2-31,8) (n=36)	2,8 b (-0,3-5,9) (n=5)	10,30	0,0013
Razão sexual	0,8 (0,7-0,8) (n=36)	0,8 (0,6-1,1) (n=5)	0,77	0,3797
Duração larval	10,3 (10,0-10,6) (n=63)	10,0 (9,4-10,6) (n=8)	0,26	0,6038
Duração pupal	5,9 (5,5-6,3) (n=36)	4,4 (3,2-5,5) (n=5)	7,47	0,0063
Longevidade dos adultos	1,1 (1,0-1,2) (n=36)	1,0 (n=5)	0,60	0,4383
Ciclo total	17,0 (16,6-17,4) (n=36)	15,4 (14,3-16,5) (n=5)	7,98	0,0047

¹ Valores de P para comparação das médias pelo teste de Wilcoxon.

² Intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Teste qui-quadrado.

n = Número de repetições considerado em cada parâmetro para cada praga.

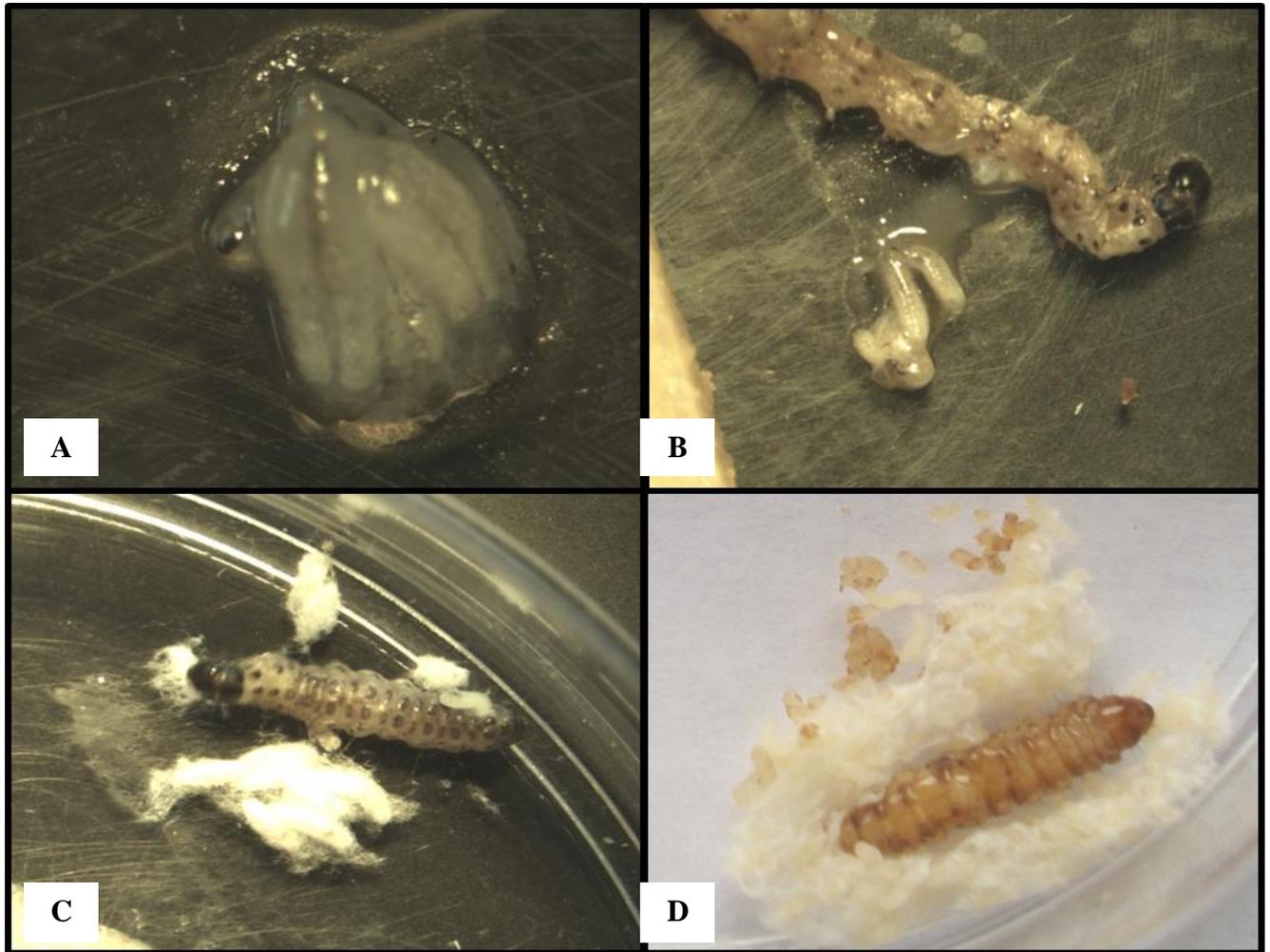


Figura 1. Larvas de *Cotesia flavipes* (A) e lagartas de quarto instar de *Duponchelia fovealis* parasitada por *Cotesia flavipes* (B). Casulos de *Cotesia flavipes* em *Duponchelia fovealis* (C) e em *Diatraea saccharalis* (D).