

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

KHAREN PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA SALOMÃO

EXTRATOS VEGETAIS E *Bacillus thuringiensis* VISANDO O
MANEJO DE *Duponchelia fovealis* ZELLER (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)

ALEGRE – ES
2014

KHAREN PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA SALOMÃO

EXTRATOS VEGETAIS E *Bacillus thuringiensis* VISANDO O
MANEJO DE *Duponchelia fovealis* ZELLER (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli

Coorientadores: Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior e Prof.^a Dr.^a. Patrícia Fontes Pinheiro.

ALEGRE – ES

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Salomão, Kharen Priscilla de Oliveira Silva, 1986-

S174e Extratos vegetais e *Bacillus thuringiensis* visando o manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) / Kharen Priscilla de Oliveira Silva Salomão. – 2014.

60 f.: il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientadores: Hugo José Gonçalves dos Santos Junior; Patrícia Fontes Pinheiro.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Controle microbiano. 2. Morango. 3. Plantas inseticidas. 4. Manejo fitossanitário de pragas. I. Pratissoli, Dirceu. II. Santos Junior, Hugo José Gonçalves dos. III. Pinheiro, Patrícia Fontes. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

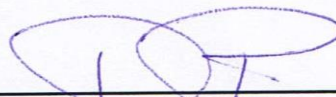
KHAREN PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA SALOMÃO

**EXTRATOS VEGETAIS E *Bacillus thuringiensis* Berliner VISANDO AO MANEJO
DE *Duponchelia fovealis* ZELLER (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

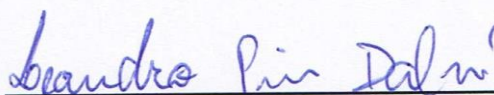
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na linha de pesquisa Fitossanidade.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2014

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Anderson Mathias Holtz
IFES – Campus de Itapina

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que me capacita a cada dia.

Aos, meus pais, Neacir e Regilaine, pelo amor e pelo ensinamento ao longo da vida.

Ao meu amor Felipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por este sonho realizado, por me capacitar e por me abençoar com uma família maravilhosa e amigos tão queridos.

Aos meus pais, Neacir e Regilaine, e aos meus irmãos, Monique, Leonardo, Anna e David, pelo apoio e carinho em todos os momentos da minha vida, fazendo o possível e o impossível para que este sonho fosse realizado. Pela compreensão, conselhos e incentivo nos momentos difíceis.

Ao meu amor Felipe, por todo apoio e incentivo durante essa jornada. Pelas horas de ligação e companheirismo em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Dirceu Pratisoli, pela oportunidade de estágio durante minha graduação, pela orientação e a oportunidade de cursar o mestrado em Produção Vegetal no NUDEMAFI.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior, pela grande colaboração, amizade e conselhos ao longo desta etapa.

Aos meus amigos e funcionários do Laboratório de entomologia do NUDEMAFI que estiveram presentes em todos os momentos.

Ao meu amigo Leonardo Mardgan, pelo apoio e amizade.

À minha amiga e irmã do coração Lauana, pelo carinho e amizade durante toda minha estadia em Alegre.

Ao meu amigo Vitor, pela amizade e apoio nas revisões.

Aos meus amigos Lorena, Ingrid, Amanda, Priscila e João, que investiram parte de seus dias comigo na Torre e na Câmara de fluxo, fazendo bem mais agradável a montagem dos experimentos.

À minha companheira de escrita Débora F. M. Fragoso, pela amizade, carinho e incentivo.

À minha amiga Rebeca, pelas orações e conselhos.

Ao amigo José Romário, pelo enorme apoio e pelas horas investidas ao meu auxílio.

À galera da *Duponchelia fovealis*, Marcel, João, Ingrid, Hígor, Francieli, Victor P., Romário, Aixelhe, pelas brincadeiras durante as muitas horas de manutenção.

Ao Programa de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo e aos professores Edvaldo, Turi (José Augusto) e Dirceu.

Aos professores da minha banca examinadora, Hugo Bolsoni Zago, Anderson Mathias Holtz e Leandro Pin Dalvi, pela prontidão e disponibilidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo concedimento da bolsa de estudo, ao CNPq e a FAPES, pelo auxílio financeiro.

“As palavras dos meus lábios e o meditar do meu coração sejam agradáveis na tua presença, Senhor, rocha minha e redentor meu.”

Salmos 19:14

BIOGRAFIA

Kharen Priscilla de Oliveira Silva Salomão, nascida em Aimorés, Estado de Minas Gerais, em 04 de novembro de 1986, filha de Neacir de Oliveira Silva e Regilaine Salomão da Silva. cursou o estudo fundamental nas escolas: Escola Estadual Machado de Assis e Escola Estadual Frei Afonso Maria Jordá e o ensino médio no Centro Federal de Ensino Tecnológico – Unidade Descentralizada de Colatina ES onde concluiu o ensino médio em 2005. Aos 20 anos, ingressou no curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em Alegre-ES. Durante a graduação, fez parte do Laboratório de entomologia como estagiária voluntária e posteriormente ingressou na pesquisa através do programa de Iniciação Científica. Aos 26 anos de idade, obteve o título de Bacharel em Agronomia e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando na área de controle biológico, sob a orientação do Prof. Dr. Dirceu Pratissoli. Aos 21 de fevereiro de 2014, defendeu sua dissertação, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, Área de Concentração em Fitossanidade (Entomologia).

RESUMO

A lagarta *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) foi relatada em plantios comerciais do morangueiro no estado do Espírito Santo ocasionando grandes problemas à cultura. Porém, por ser uma praga recente, não há registro de produtos para o seu controle. A cada dia aumenta a demanda por alimentos e outros produtos livres de resíduos, além da necessidade de uma agricultura mais desenvolvida e sustentável. Pesquisas com agentes de controle biológico e extratos vegetais surgem como alternativa para o manejo desse inseto-praga. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de formulados comerciais à base de *Bacillus thuringiensis* e a atividade do uso dos extratos aquosos de alho e fumo, visando sua adoção como métodos alternativos de controle de *D. fovealis*. Nos bioensaios para avaliar a patogenicidade e virulência de duas formulações comerciais à base de *B. thuringiensis*, Agree[®] e Dipel WP[®], sobre a dieta artificial adaptada à base de farelo de soja, germe de trigo e açúcar, proposta por King e Hartley (1985) para *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), foram inoculados 70 µL de cada formulado comercial, na concentração 1×10^8 esporos·mL⁻¹. Em seguida, avaliou-se a virulência dos respectivos formulados, isso através da estimativa da concentração letal (CL₅₀) para o estágio de maior suscetibilidade. Em virtude dos resultados encontrados, observou-se que o estágio 1 de desenvolvimento apresentou 95,88% e 86,76% de mortalidades para os produtos Agree[®] e Dipel WP[®], respectivamente, demonstrando patogenicidade e virulência à *D. fovealis*. No bioensaio para avaliar a atividade dos extratos aquosos de alho e fumo, estes foram aplicados na concentração 10% (m/v). Todos os tratamentos foram pulverizados com Torre de Potter, calibrada a pressão de 15 lb/pol². Posteriormente estimou-se a concentração letal (CL₅₀) do extrato aquoso de fumo, o qual apresentou 95% de mortalidade no teste de suscetibilidade. Desta forma, com os resultados obtidos na presente pesquisa, concluiu-se que a utilização de formulados comerciais à base de *B. thuringiensis* e extrato de fumo podem ser uma alternativa no manejo fitossanitário de *D. fovealis*.

Palavras-Chave: Controle microbiano. Plantas inseticidas. Manejo Fitossanitário de Pragas. Morango.

ABSTRACT

PLANT EXTRACTS AND *Bacillus thuringiensis* Berliner ON *Duponchelia fovealis* ZELLER (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) MANAGEMENT

Duponchelia fovealis Zeller (Lepidoptera: Crambidae) caterpillar was recently reported in commercial strawberry plantations in the state of Espírito Santo causing major problems to the crops, but by being a recent plague, there is no products registration for its control. The demand for food and other products free of waste increases every day, plus the need for a more developed and sustainable agriculture. In this scenario, researches with biological control agents and plant extracts are an alternative for the management of this insect pest. This study was carried out to assess the efficiency of commercial formulated based on *B. thuringiensis* and the activity of garlic and tobacco aqueous extracts as alternative methods of *D. fovealis* control. In the bioassays, to evaluate the pathogenicity and virulence of two commercial formulations of *B. Thuringiensis*, Agree® and Dipel® WP, were inoculated 70 µL of each commercial formula on the diet at a concentration 1×10^8 spores·mL⁻¹. Then the virulence of each formulated was evaluated by estimating the lethal concentration (LC50) for the stage with the greatest susceptibility. In view of the results it was observed that the development stage 1 showed 95.88 % and 86.76 % of mortalities for Agree® and Dipel® WP, respectively products. Both formulated, based on *B. thuringiensis*, showed pathogenicity and virulence to *D. fovealis*. In the bioassay to evaluate the activity of garlic and tobacco aqueous extracts, these were applied at a 10% concentration (m/v). All treatments were sprayed with Potter's Tower calibrated at 15lb/in². Later it was estimated lethal concentration (LC₅₀) of the tobacco aqueous extract, which showed 95 % mortality in susceptibility testing. Thus it was concluded that the use of commercial formulated based on *B. thuringiensis* and tobacco extract may be an alternative on phytosanitary control of *D. fovealis*.

Keywords: Microbial control. Insecticidal plants. Phytosanitary Pest Management. Strawberry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Suscetibilidade de *Duponchelia fovealis* em diferentes estádios de desenvolvimento larval a inseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, Agree® e Dipel® (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 h) em dois tempos (gerações)... 38

Tabela 2 - Estimativa da CL₅₀ de inseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, Agree® e Dipel®, a *Duponchelia fovealis* em lagartas a partir do estágio 1 de desenvolvimento (25±1°C, UR de 70±10 % e fotofase de 12 h).. 380

Tabela 3 - Suscetibilidade de *Duponchelia fovealis* em diferentes estádios larvais de desenvolvimento a extratos aquoso de Alho (*Allium sativum*) e Fumo (*Nicotina tabacum*) e ao ingrediente ativo Clorofenapir (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 h) em dois tempos (gerações)... 52

Tabela 4 - Estimativa da CL₅₀ de inseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, Agree® e Dipel®, a *Duponchelia fovealis* em lagartas a partir do estágio 1 de desenvolvimento (25±1°C, UR de 70±10 % e fotofase de 12 h). **Erro! Indicador não definido.** 5

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	14
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 <i>Duponchelia fovealis</i> , Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	16
2.2 MÉTODOS DE MANEJO DE <i>Duponchelia fovealis</i>	18
2.2.1 Controle cultural	19
2.2.2 Controle Químico	19
2.2.3 Controle Comportamental	19
2.2.4 Controle Biológico	20
2.2.5 Extratos Vegetais	24
3 REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO 2	32
SUSCETIBILIDADE DE <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera: Crambidae) A <i>Bacillus thuringiensis</i> BERLINER (BACILLACEAE)	32
RESUMO	32
Susceptibility of <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera:Crambidae) to <i>Bacillus thuringiensis</i> BERLINER (BACILLACEAE)	33
4. INTRODUÇÃO	34
4.1 MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1.1 Obtenção e Multiplicação de <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera: Crambidae)	35
4.1.2 Suscetibilidade de <i>D. fovealis</i> a formulados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	36
4.1.3 Estimativa da concentração letal (CL₅₀)	37
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.3 CONCLUSÃO.....	41
4.4 REFERÊNCIAS.....	42
CAPÍTULO 3	45
ATIVIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE FUMO E ALHO EM <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera: Crambidae)	45
RESUMO	45
TOBACCO AND GARLIC AQUEOUS EXTRACT ACTIVITY ON <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera: Crambidae)	46
5 INTRODUÇÃO	47
5.1 MATERIAL E MÉTODOS	48

5.1.1 Obtenção e Multiplicação de <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller (Lepidoptera: Crambidae).....	48
5.1.2 Obtenção do extrato aquoso de fumo e alho.....	49
5.1.3 Suscetibilidade de <i>D. fovealis</i> à extrato aquoso de fumo e alho.....	50
5.1.4 Estimativa da concentração letal (CL).....	51
5.2 RESULTADO E DISCUSSÃO	51
5.3 CONCLUSÃO.....	55
5.4 REFERÊNCIAS.....	56
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é produzida nas mais variadas regiões do mundo. Pertencente à família Rosaceae, a espécie foi originada do cruzamento entre espécies silvestres (*F. chiloensis* L. e *F. virginiana* Duchesne) (CASTRO, 2004). No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, sendo a produção destinada à indústria e ao consumo *in natura*. Trata-se de uma cultura altamente exigente em práticas culturais em toda sua cadeia produtiva, desde a implantação até a pós-colheita, contudo se destaca pela alta rentabilidade e intensa demanda por mão-de-obra (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2009).

No estado do Espírito Santo essa cultura foi implantada comercialmente no meado do século XX e expandiu-se significativamente a partir da metade da década de 90, sendo então considerada uma cultura de destaque no estado (BALNINO; MARIN, 2006). Em média são produzidas 5.960 toneladas de morango ao ano, ocupando uma extensão de 185 hectares, envolvendo praticamente 1.500 propriedades de base familiar, assumindo um relevante fator de distribuição de renda no meio rural.

Mediante a importância da cultura do morangueiro e a necessidade de organização do processo produtivo e comercial, criou-se um polo, o qual tem como ênfase o uso de sistemas de produção sustentáveis por meio da utilização de tecnologias apropriadas. Desse polo, participam principalmente os municípios da região das montanhas capixabas, com destaque para Santa Maria de Jetibá, Domingos Martins e Venda Nova do Imigrante (INCAPER, 2010).

Contudo, a cultura do morangueiro apresenta inúmeros problemas fitossanitários. Segundo Fornazier e Pratisoli (2006), um dos principais problemas na referida cultura são os ácaros. No entanto, em 2010 foi registrada a ocorrência de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), no município de Santa Maria de Jetibá, destacando-se pela capacidade de dano, rápido crescimento populacional e alta capacidade de dispersão (FORNAZIER et al., 2011).

Por se tratar de uma praga que não há registro de produtos para seu controle no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), produtores têm recorrido ao uso de produtos químicos registrados para outras culturas o que vai contra a legislação, além acarretar sérios prejuízos ao agroecossistema (ALHO, 2011), tais como: altos níveis de resíduos tóxicos nos produtos, intoxicações ao homem e mamíferos, resistência de pragas a inseticidas, contaminação ambiental além de elevar o custo de produção.

Sendo assim, uma alternativa para diminuir os impactos causados pelo método convencional é a adoção de medidas fitossanitárias, que reduzam a população de insetos-praga e não ocasionem impactos negativos sobre o meio ambiente e aos inimigos naturais presentes na área. Uma dessas medidas é o Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP), que engloba princípios e métodos isolados ou em conjunto que visam garantir maior produtividade e menor agressividade ao meio ambiente visando manejar o inseto-praga reduzindo seu nível de dano (ALVEZ *et al.*, 2007).

Entre as medidas adotadas no MFP, o uso de produtos formulados a partir de agentes biológicos como a bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Beliner (Eubacteriales: Bacillaceae) se mostra como alternativa eficiente devido à especificidade com relação a pragas-alvo, não afetando outros insetos, plantas e animais (POLANCZYK; ALVES, 2003).

Além desses agentes biológicos, a utilização de inseticidas botânicos, derivados de plantas ou parte das mesmas, obtidos por diferentes metodologias de extração, podem exercer atividade tóxica aos insetos, interferindo no desenvolvimento, hábito alimentar, oviposição, repelência ou mesmo morte (WIESBROOK, 2004; SOUZA; ARAÚJO, NASCIMENTO, 2007). No passado, o mercado de inseticidas botânicos era dominado pelas piretrinas, azadiractina e as rotenonas, porém outros inseticidas botânicos vêm ganhando espaço, como o fumo (*Nicotiana tabacum* L.) e o alho (*Allium sativum*, L.), entre outras espécies botânicas (ISMAN, 1997).

A necessidade da implementação de pesquisas que visam avaliar a eficiência de métodos de manejo alternativo aplicáveis à *D. fovealis* são de grande importância. Nesse sentido, este estudo teve por meta avaliar a eficiência do agente de controle biológico *B. thuringiensis* e dos extratos aquosos de Fumo e Alho, sob condições de laboratório, visando proporcionar alternativas de manejo viáveis para a implantação de programas de manejo fitossanitário de *D. fovealis*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Duponchelia fovealis*, Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

A *Duponchelia fovealis*, Zeller (Lepidoptera: Crambidae) tem sua origem na região do Mediterrâneo e nas Ilhas Canárias, porém pode ser encontrada em diversas partes na África, Oriente Médio, Europa, Canadá e Estados Unidos da América (HOFFMAN, 2010). O primeiro relato dessa praga fora da sua área nativa foi em estufas na Finlândia em 1984 e, posteriormente, em 1989, encontrado na Holanda, fora das estufas (CFIA, 2005). Nos Estados Unidos foi detectada pela primeira vez em 2004 em plantios de begônia na Califórnia e, em 2005, no Canadá (GILL, 2013).

No Brasil, foi constatada em 2008 no estado do Paraná e, posteriormente, no estado do Espírito Santo. Porém, apenas em 2010, a espécie foi identificada por uma especialista do USDA (*United States Department of Agriculture*) (ZAWADNEAK et al., 2011). Os mesmos autores citam que os primeiros relatos reportam que a praga foi encontrada no estado do Paraná em lavouras comerciais de morango, em condições de cultivo protegido tipo túnel alto, nos cultivares Albion e Camino real. Posteriormente, a mesma foi encontrada na cultivar Portola no estado do Espírito Santo. Os produtores capixabas também constataram a presença de *D. fovealis* nos cultivares Aromas, Albion e Camino Real, produzidos em túnel baixo.

A lagarta *D. fovealis* é uma praga polífaga que gera grandes problemas em diversas variedades de cultivos de plantas ornamentais e culturas agrícolas, especialmente em cultivos em estufa. Essa espécie foi relatada em mais de 70 espécies hospedeiras em cerca de 38 famílias de plantas como ornamentais dos gêneros *Amaranthus*, *Anthurium*, *Begonia* e culturas comercialmente cultivadas, como *Capsicum annuum* L. e *Solanum lycopersicum* L., *Fragaria x ananassa*, entre outras (GILL, 2013).

Com relação ao ciclo de vida de *D. fovealis*, pode-se salientar que é um inseto com desenvolvimento holometabólico. Os adultos medem cerca de 19 a 21 mm de comprimento, são de coloração castanho acinzentado com anéis mais claros no abdômen e possuem uma linha irregular branco-amarelada através das asas. Os

adultos ficam sob as folhas, possuem hábito noturno e durante o dia podem realizar voos curtos (MURPHY, 2008; RICHTER, 2009; BRAMBILA; STOCKS, 2010). Em repouso, o adulto mantém as asas planas em forma triangular e o abdômen se posiciona voltado para cima (HOFFMAN, 2010). Os machos possuem o abdômen mais longo e delgado que o da fêmea (BETHKE; VANDER MEY, 2010; BRAMBILA; STOCKS, 2010).

Os adultos podem viver durante uma a duas semanas, sendo que a fêmea adulta põe até 200 ovos durante esse período. Os ovos possuem formato oval e inicialmente apresentam coloração verde-esbranquiçada, ficando vermelho com o desenvolvimento do embrião até apresentarem pontuações marrons, que ocorrem antes da eclosão das lagartas (FRANCO; BAPTISTA, 2010). São ovipositados isoladamente ou em massas de três a dez ovos sobrepostos, seja na parte inferior das folhas perto das veias, na base do talo, na base da planta ou na camada superior do solo (RICHTER, 2009; BRAMBILA; STOCKS, 2010; HOFFMAN, 2010). O período de incubação dos ovos varia em torno de seis dias, dependendo da temperatura local.

As lagartas medem entre 20 a 30 mm de comprimento, possuem coloração branca amarelada com pontos marrons longitudinalmente distribuídos pelo corpo, com pelo menos um pelo em cada ponto, e com cabeça de coloração marrom-escura (RICHTER, 2009; GILL, 2013). Alimentam-se de folhas, flores, brotos, frutos e restos de folhas/planta em decomposição e, em culturas plantadas com maior densidade, podem ser encontradas se alimentando de qualquer parte da planta (BRAMBILA; STOCKS, 2010). As lagartas se desenvolvem rapidamente, são muito ágeis e preferem locais úmidos na base da planta próximo ao solo, na camada superior do solo ou em raízes expostas das plantas (HOFFMAN, 2010). As lagartas são adaptadas a condições de alta umidade e podem tolerar até mesmo condições de alagamento, podendo ser encontradas em plantas aquáticas e em lugares salinos (BRAMBILA; STOCKS, 2010).

As lagartas tendem a ficar em locais protegidos como no colo da planta, túneis nos caules e, em estádios mais avançados, podem se alimentar da haste principal, inclusive abaixo da linha do solo (BETHKE; VANDER MEY, 2010; BRAMBILA; STOCKS, 2010). Alimentam-se dos tecidos da coroa da planta, provocando a interrupção da circulação de seiva, o que ocasiona o aparecimento de necrose nas

bordas das folhas e, posteriormente, a morte da planta (FRANCO; BAPTISTA, 2010). Durante a alimentação tecem teias entre as folhas baixas (aquelas que ficam em contato com o canteiro) nas quais ficam protegidas e, posteriormente, empupam (MURPHY, 2008). Devido seu ataque, a *D. fovealis* pode danificar caules, folhas e frutos, reduzindo a produção e inviabilizando o produto para o mercado *in natura*, além disso, a injúria causada pelo ataque pode servir como meio de entrada para diferentes patógenos (GILL, 2013).

As pupas são marrom-claro com aproximadamente 9 a 10 mm de comprimento. O casulo que as envolve é oval, feito de seda, fezes e partículas do solo e é construído no solo (BETHKE; VANDER MEY, 2010). Não há relatos de tolerância ao frio ou qualquer tipo de diapausa durante qualquer parte do ciclo de vida. Portanto, poderia completar várias gerações anualmente sob condições ideais (HOFFMAN, 2010).

Desta forma, considerando o ciclo de desenvolvimento e conseqüentemente o número de gerações anuais, a presença de plantios escalonados, dentro de uma mesma área, pode resultar no aumento da população de *D. fovealis*, como também interferir em práticas de controle existentes como Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP) e de biocontrole, que podem ser interrompidos pela necessidade de aplicação de inseticidas para controlar o inseto (CFIA, 2005).

A disseminação dessa praga pode ocorrer através do comércio de material vegetal propagativo e não propagativo, logo, medidas quarentenárias são necessárias para evitar a introdução dessa praga em áreas livres de ocorrência (BRAMBILA; STOCKS, 2010).

2.2 MÉTODOS DE MANEJO DE *Duponchelia fovealis*

O manejo dessa praga inclui controle cultural, químico, comportamental e biológico, devendo ser coordenado de acordo com o monitoramento da população.

2.2.1 Controle cultural

Embora *D. fovealis* esteja geralmente escondida, inspeções visuais regulares podem auxiliar na detecção de sua presença da fase jovem, que pode ser constatada pela existência de danos nas folhas, flores, botões florais e hastes, bem como, dejetos e buracos na superfície do solo (BRAMBILA; STOCKS, 2010). Fornazier et al. (2011) recomendam a retirada e a destruição de folhas velhas, se possível semanalmente, visando a redução do número de ovos e pupas, evitando o rápido crescimento e dispersão populacional da praga.

2.2.2 Controle Químico

No Brasil, ainda não há nenhum produto registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Porém, em outros países, os produtos relatados para o controle de lagartas *D. fovealis* são Spinosade, Bifentrina, Fluvalinato, Deltametrina, Esfenvalerato, Orthene, Lambdacialotrina, Imidaclopride, Metomil, Ethoprop, Acefato, Emamectina, Permetrina, Clorantraniliprol e Azadirachtin (PIJNAKKER, 2001; CFIA, 2005; BETHKE; VANDER MEY, 2010). Além disso, Bethke e Vander Mey (2010) ainda recomendam que em ambiente de estufa, para controle dos adultos, as aplicações tipo aerossol ou névoa sejam realizadas no período noturno, isso devido a maior atividade dos adultos.

2.2.3 Controle Comportamental

Armadilhas luminosas com luz ultravioleta (UV) podem ser usadas para monitorar a atividade da mariposa adulta em áreas em que a *D. fovealis* está estabelecida. Hoffman (2010) relata o sucesso da utilização dessas armadilhas em plantios nos Estados Unidos. Há relatos no Reino Unido de coletas de insetos adultos cerca de

10 km das estufas infestadas, já na Holanda foram encontrados insetos em armadilhas luminosas a 100 km de sua ocorrência (CFIA, 2005).

Outra alternativa é a utilização de armadilhas tipo Delta com feromônio sexual ou armadilhas que associem água e feromônio, sendo estas específicas para adultos machos de *D. fovealis* (MURPHY, 2008; DEVENTER, 2009).

2.2.4 Controle Biológico

a. Entomófagos

Parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) destacam-se pela ampla distribuição geográfica e pela vasta quantidade de hospedeiros, principalmente da ordem Lepidoptera (PRATISSOLI et al., 2002). Na Alemanha, Zimmermann (2004) e Jäckel e Kurzhals (1995) relataram a ocorrência das espécies *Trichogramma evanescens* Westwood, *Trichogramma cacoeciae* Marchal e *Trichogramma brassicae* Bezdenko parasitando ovos de *D. fovealis*.

Os agentes de controle biológico presentes no solo também podem ser utilizados, entre eles estão o besouro *Atheta coriaria* (Kraatz) (Coleoptera: Staphylinidae), um predador de ovos e lagartas neonatas; o percevejo *Podisius* sp. (Hemiptera: Pentatomidae), um predador de lagartas (MURPHY, 2008); e ácaros predadores de ovos, *Hypoaspis miles* (Berlese) e *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae) (CFIA, 2013). Outro agente utilizado com sucesso em programas de controle biológico de lagartas da família Crambidae é a vespa endoparasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) (SALLAM et al., 2001), que já foi relatada por Zawadneak et al. (2011), em lavouras de morango no estado do Paraná, na qual apresentou potencial para o controle de *D. fovealis*.

b. Entomopatógenos

b.1 Nematoides

Os nematoides mais utilizados no controle de insetos pertencem à família Steinernematidae. Estes têm sido aplicados em diversas culturas, e mesmo em outras situações, para controle de um grande número de insetos (ALVEZ, 1998). Nematoides entomopatogênicos já vêm sendo utilizados em outros países no manejo de *D. fovealis*. Stocks e Hodges (2013) citam a utilização da espécie *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) (Nematoda: Heterorhabditidae), já Jäckel e Kurzhals, (1995) relatam que as espécies *Steinernema carpocapsae* (Weiser) e *S. feltiae* (Filipjev) (Nematoda: Steinernematidae) foram eficientes no controle de *D. fovealis* em diferentes estádios larvais sendo que, no estágio 3 de desenvolvimento, essas espécies proporcionaram 60 e 20% de mortalidade, respectivamente.

b.2 Fungos entomopatogênicos

Os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Hypocreales: Clavicipitaceae) e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) são muito utilizados devido à facilidade de produção, ampla distribuição geográfica, variedade de hospedeiros e ocorrência em condições naturais, enzoóticas ou epizoóticas, sendo ainda comumente encontrados no solo, mostrando-se como uma alternativa eficiente devido à especificidade com relação à praga-alvo, não afetando outros insetos, plantas e animais (ALVES, 1998).

b.3 Bactéria entomopatogênica

A bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Beliner é uma bactéria naturalmente encontrada no solo, aeróbia ou facultativamente anaeróbia, gram

positiva pertencente à família Bacillaceae (BOBROWSKI et al., 2003), formadora de esporos pertencentes ao grupo *Bacillus cereus* (READ et al., 2003) que é formado por um complexo de várias espécies (*Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides*, *B. thuringiensis* e *Bacillus weihenstephanensis*) (POLANCZYK; ALVES, 2003).

Bacillus thuringiensis foi originalmente descoberto em 1902 por um biólogo japonês Shigetane Ishiwatari, porém foi caracterizado em 1911 por Ernst Berliner da Alemanha quando este pesquisador isolou o bacilo de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (POLANCZYK; ALVES, 2003; LIMA, 2010). Desde então essa espécie é a mais utilizada mundialmente como biopesticida (CAPALBO et al., 2008). A espécie *B. thuringiensis* se desenvolve rapidamente em condições favoráveis como temperatura e disponibilidade de nutrientes (HILBERT; PIGGOT 2004). Em circunstâncias de ausência de nutrientes ou acúmulo de metabólitos indesejáveis, essa bactéria entra em processo de esporulação durante a fase estacionária (POLANCZYK; ALVES, 2003).

Durante a fase de esporulação, essas bactérias produzem proteínas inseticidas como cristais parasporais, sendo estes compostos por uma ou mais proteínas Cry também conhecidas como δ -endotoxinas (BRAVO; GILL, SOBERÓN, 2007). Essas toxinas, denominadas Cry, hidrolisadas, atravessam a membrana peritrófica, e ligam-se a receptores específicos presentes nas microvilosidades apicais da membrana das células colunares, presentes no intestino médio, causando a formação de poros que aumentam a permeabilidade da membrana, interferindo no gradiente iônico e no balanço osmótico. Dessa maneira ocorre aumento da absorção de água, o que leva à lise e eventual ruptura e desintegração das células do intestino médio, fazendo o inseto cessar a alimentação e morrer logo após por inanição, ou ainda, após a lise das células do intestino médio, o ambiente torna-se favorável à germinação dos esporos (POLANCZYK; VALICENTE; BARETO, 2008) e nesse novo ambiente, devido a mistura do conteúdo da hemolinfa e do intestino médio, o pH torna-se ácido e os esporos se multiplicam de tal forma que o inseto morre por septicemia (COPPING; MENN, 2000).

Proteínas Cry são altamente específicas para o inseto-alvo, são inócuos para os seres humanos, animais vertebrados e plantas, e são completamente biodegradáveis (BRAVO; GILL, SOBERÓN, 2007), sendo considerada, portanto, um

agente seguro para o controle biológico de insetos na agricultura (LIMA 2010; POLANCZYK; ALVES, 2003). As diferentes cepas de bactéria produzem várias combinações de proteínas Cry, que são proteínas consideradas seletivas e geralmente afetam insetos-alvo de ordens específicas (CLARK; PHILLIPS; COATS, 2005).

O primeiro biopesticida à base de *B. thuringiensis* foi lançado na França em 1938 e desde então mais de 100 formulações foram colocados no mercado mundial devido à eficácia e especificidade (POLANCZYK; ALVES, 2003). Devido às vantagens do uso do *B. thuringiensis* como agente de controle biológico sobre insetos-praga das ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera, além de espécies de nematoides, aumentando nos últimos anos o número de estirpes isoladas, a busca por cepas mais tóxicas é crescente no mundo inteiro (GEORGE; CRICKMORE, 2012).

Até o início de 1990, apenas três produtos comerciais estavam disponíveis no mercado brasileiro, sendo todos baseados em *B. thuringiensis* Kurstaki com destaque para o produto Dipel[®], que é altamente eficiente para mais de 170 lepidópteros-praga (LIMA, 2010). Além deste, outros produtos como Able[®], Agree[®], Bac-Control WP[®], Bactur[®], Dipel WP[®], Dipel WG[®], Thuricide[®] e Xentari[®] podem ser encontrados em formulações de base sólida (pó ou granulada) ou líquida (AGROFIT, 2003).

Em países como a Holanda, o Canadá e os Países Baixos, produtos químicos e formulados comerciais à base de *B. thuringiensis* foram testados sobre lagartas de *D. fovealis* sob condições de estufa e verificou-se que ambos tiveram ação sobre as lagartas de *D. fovealis*, porém, observou-se que os formulados à base de Bt mostraram maior eficiência que os produtos químicos (CFIA, 2013). Jäckel e Kurzhals (1995) e Bethke et al. (2012) observaram também que a eficiência de produtos comerciais à base de Bt no controle de lagartas de *D. fovealis* é maior nos estágios de desenvolvimento iniciais.

Outra forma de utilização de *B. thuringiensis* tem sido por meio da inserção de genes de toxinas Cry em cultivos transgênicos, dando origem a plantas Bt, o que proporciona eficácia na forma de controlar insetos-praga e na redução das aplicações de produtos químicos. Em plantas transgênicas, a proteína Cry é produzida continuamente no interior das células, protegida da inativação da luz

ultravioleta, sendo altamente eficaz contra insetos mastigadores e insetos que possuem o hábito de permanecerem no interior do tecido da planta (PARDO-LÓPEZ; SOBERÓN; BRAVO, 2012). Em 2010, o Brasil foi líder no crescimento das áreas plantadas pelo quarto ano consecutivo, aumentando a sua área de plantações biotecnológicas mais do que qualquer outro país (JAMES, 2012). Porém, para a cultura do morangueiro, essa tecnologia ainda não é aplicada.

2.2.5 Extratos Vegetais

As substâncias químicas extraídas das plantas normalmente são classificadas em metabólitos primários e secundários (VIVAN, 2005). Os diversos compostos orgânicos produzidos pelas plantas que não possuem função direta no seu crescimento e desenvolvimento são chamados de metabólitos secundários, esses frequentemente são sintetizados para exercerem atividade de atração de polinizadores, adaptação ambiental e fitoproteção (TAIZ; ZEIGHER, 2004). Essa diversidade química é o resultado do processo evolutivo das plantas que está relacionado em parte pela sua imobilidade (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Os inseticidas botânicos são derivados de plantas ou partes das mesmas, podendo ser obtidos por diferentes metodologias de extração, como a preparação do material vegetal bruto, a partir de extratos de plantas, resinas formuladas e isolamento de produtos químicos puros (WIESBROOK, 2004).

Vendramim e Castiglioni (2000) relataram que já foram identificados, em mais de 200.000 espécies de plantas, 100.000 metabólitos secundários, e estes variam amplamente em estrutura química e função sendo constituídos por compostos fenólicos, incluindo em sua subcategoria os flavonoides, fitoestrógenos, compostos organossulfurados (COS), fibras solúveis, isotiocianatos e monoterpenos (STRINGHETA et al., 2007). Esses compostos podem ser encontrados em raízes, folhas e sementes ou produzidos durante o crescimento e o desenvolvimento de determinadas plantas, apresentando ação sobre o metabolismo de outros organismos (TAIZ; ZEIGHER, 2004).

Extratos vegetais possuem a vantagem de serem compatíveis com as outras opções de manejo de insetos, como o uso de feromônios, óleos, sabonetes, entomopatógenos, predadores e parasitoides, o que aumenta as possibilidades de integração em um programa de Manejo Integrado de Pragas (MOLINA, 2001; CELIS et al., 2008).

Numerosos pesticidas botânicos têm sido colocados no mercado durante os últimos 10 anos (TIILIKKALA et al., 2011). As plantas inseticidas mais promissoras encontram-se nas famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae, Canellaceae, Myrtaceae e Piperaceae (FERNANDES; RIBEIRO; AGUIAR-MENEZES, 2005). Porém, outras plantas com atividade inseticida vêm se destacando e ganhando espaço como o fumo (*Nicotiana tabacum* L.) (Solanaceae) e o alho (*Allium sativum* L.) (Liliaceae).

As propriedades inseticidas do fumo foram reconhecidas na primeira metade do século XVI (CELIS et al., 2008). A eficiência do extrato de fumo *N. tabacum* deve-se à presença de substâncias como a nornicotina, a anabasina e a nicotina, sendo esta última encontrada em maior concentração (SAITO; LUCCHINI, 1998). Em 1890, a nicotina foi reconhecida como o principal ingrediente ativo do fumo (GRUBER; LÓPEZ, 2004).

A nicotina é um alcaloide derivado de várias plantas, principalmente *N. tabacum* L., *Nicotina rustica* L., *Nicotina glutinosa* L. e outras Solanaceae. Os extratos de folhas de *N. tabacum* e *N. rustica* apresentam uma concentração de 2-5% e 5-14% de nicotina, respectivamente (GRUBER; LÓPEZ, 2004). A nicotina é uma toxina que atua no sistema nervoso central, agindo de maneira a imitar a ligação da acetilcolina, competindo com esta pelos receptores na membrana pós-sináptica da junção neuromuscular, gerando novos impulsos que causam contrações, espasmos, convulsões e, finalmente, a morte (WIESBROOK, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005; CELIS et al., 2008).

No mercado, inseticidas conhecidos como neonicotinoides, por exemplo, Imidacloprid, Tiacloprida, Nitempiram, Acetamiprida, Tiametoxam entre outros, têm como princípio ativo cópias sintéticas ou decorrentes da estrutura da nicotina (CELIS et al., 2008). Alguns produtos comercializados apresentam, na formulação líquida concentrada, 40% de sulfato de nicotina, sendo diluído e pulverizado (GRUBER; LÓPEZ, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005).

O alho (*A. sativum* L.), por sua vez, é utilizado principalmente como planta aromática e condimentar. Porém, seus constituintes ativos lhe conferem propriedades medicinais favoráveis à saúde humana, além de apresentar atividade bactericida, antifúngica e repelente de pragas de espécies vegetais de interesse agrônomo, sendo empregado em muitos países como defensivo natural (SOUZA; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2007; AGUIAR-MENEZES, 2005).

Na composição fitoquímica ativa do alho, há mais de 100 compostos biologicamente ativos, destacando-se compostos sulfurados, como o ajoeno, os organossulfurados, o tiosulfatos e a alicina, sendo este último considerado um dos compostos biológicos mais importantes produzidos pelo alho (LEDEZMA; APITZ-CASTRO, 2006).

A propriedade inseticida do alho é atribuída à complexação da aliinase e aliina, processo no qual é formado a alicina, responsável pelo aroma típico do alho e que funciona como meio de defesa da planta contra herbívoros, sendo a estrutura química da alicina descoberta em 1947 (TALAMINI; STADNIK, 2004).

A alicina é produzida pela interação do aminoácido não proteico aliina [(+)-S-allil-L-sulfóxido cisteína], abundante nos dentes de alho, com a enzima aliinase. Sua formação é influenciada pela moagem do alho, durante o processo de secagem, pela temperatura que este é seco, e pela umidade, além de diferenças varietais e de tratamentos culturais (KRIS-ETHERTON et al., 2002). A alicina pura é uma molécula volátil, sendo pouco solúvel em soluções aquosas e altamente instável, convertendo-se rapidamente em mono-, di- e trissulfeto e outros compostos como o ajoeno (SINGH; SINGH, 2008).

Além da mortalidade, os produtos botânicos podem ter diferentes efeitos sobre os insetos, como a inibição da alimentação ou deterrência, a redução do consumo alimentar, o atraso no desenvolvimento, as deformações e a esterilidade. O uso de produtos botânicos surge como uma opção de manejo de pragas e que, associado a outras práticas, pode contribuir para a redução de doses e aplicações de inseticidas químicos, que apresentam problemas aos organismos benéficos e ao meio ambiente (ONODY, 2009).

3 REFERÊNCIAS

- AGROFIT: **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Copyright © 2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documento 205). 2005.
- ALHO, C. J. R. Concluding remarks: overall impacts on biodiversity and future perspectives for conservation in the Pantanal biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 337-341, 2011.
- ALVES, F. R.; JESUS JUNIOR, W. C. de; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; HOLTZ, A. M.; VIANNA, U. R. Manejo Fitossanitário de doenças e pragas – Novas perspectivas. *In*: JESUS JUNIOR *et al.* **Atualidades em defesa fitossanitária**. Alegre-ES. 2007. p. 383 – 415.
- ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998.
- BALBINO, J. M. de S.; MARIN, A. J. Importância Socioeconômica da cultura do morango para o estado do Espírito Santo e o planejamento da produção comercial. *In*: BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper. 2006. p. 11-14.
- BETHKE, J. A.; OSBORNE, L. S.; STOCKS, S. D.; MEY, B. V.; HODGES, A. C.; SCHUBLE, D. L.; SCHMALE, L. **Real and Potential Impact of the European Pepper Moth on Ornamental Plant Production and Agriculture**. 2012. Disponível em: <http://civr.ucr.edu/pdf/saf_proceedings_bethke2012.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2013.
- BETHKE, L.; VANDER MEY, B. **Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. University of California Cooperative Extension San Diego**. 2010. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2013.
- BOBROWSKI, V. L.; FIÚZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, v. 34, p. 843-850, 2003.
- BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p. 1-4, 2010.
- BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, v. 49, n. 4, p. 423-435, 2007.
- CAPALBO, D. M. F.; MORAES, I. O.; ARANTES, O. M. N.; REGIS, L. N.; VEGA, O. F.; BENINTENDE, G. B.; GUIMARÃES, S. E.; ARRUDA, R. O. M.; MORAES, R. O. Produção de bactérias entomopatogênicas na América Latina. *In*: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ. 2008. p. 239-256.
- CASTRO, R. L de. **Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil**. Embrapa Clima Temperado, 296p. (Documentos 124). 2004.

CELIS, A.; MENDOZA, C.; PACHÓN, M.; CARDONA, J.; DELGADO, W.; CUCA, L. E. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. **Agronomía Colombiana**, v. 26, n. 1, p. 97-106, 2008.

CFIA. **Risk management Decision Document for *Duponchelia fovealis* in Canada**. 2005. Disponível em:

<http://entnemdept.ufl.edu/pestaalert/duponchelia_fovealis_risk_management.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2013.

CLARK, B. W.; PHILLIPS, T. A.; COATS, J. R. Environmental Fate and Effects of *Bacillus thuringiensis* (Bt) Proteins from Transgenic Crops: a Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n.12, p. 4643-4653, 2005.

COPPING, L. G.; MENN, J. J. Review biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. **Pest Management Science**, v. 56, n.5, p. 651-676, 2000.

DEVENTER, P. V. Water trap best for catching *Duponchelia*. **In the greenhouse**. Fruit and Veg Tech 9.1, p. 19-19. 2009.

FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Manejo agroecológico de fitoparasitas. In: AQUINO, A. M. de.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 273-322.

FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D. Pragas do morangueiro. In: BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper. 2006. p. 59- 68.

FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D dos S.; DALVI, L. P; TEIXEIRA, C. P.; SILVA, A. T. da; THOMPSON, E. L.; RODRIGUES, A. K.; PRATES, R. S.; COZER, E.; MOREIRA, J. P. de A.; BECALLI, L.; PAES, J. P. P.; TIBURCIO, M. O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morango monitorado e rastreado. Vitória. ES. (folder) 2011.

FRANCO, M. C.; BAPTISTA, M. C. *Duponchelia fovealis* Zeller – nova praga em Portugal. **Frutas, legumes e flores. A revista dos profissionais**, v. 110, p. 34-35, 2010.

GEORGE, Z.; CRICKMORE, N. ***Bacillus thuringiensis* applications in Agriculture**. England: Springer Science, 2012.

GILL, S. European Pepper Moth Found in Maryland. Integrated Pest Management for Commercial Horticulture. University of Maryland Extension – Solutions in your community. **Pest Alert Created**, p. 1-4, 2013.

GRUBER, A. K.; LÓPEZ, P. J. A. Controle biológico de insectos mediante extractos botânicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE. 2004. p. 137-160.

HILBERT, D, W.; PIGGOT, P. J. Compartmentalization of gene expression during *Bacillus subtilis* spore formation. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 68, n. 2, p. 234-262, 2004.

HOFFMAN, K. Plant Health And Pest Prevention Services Pest Detection - Emergency Projects. A Crambid Moth: *Duponchelia fovealis* (Zeller). **County of Kern**, p. 1-2, 2010.

INCAPER. **Morango capixaba**: garantia de qualidade. Informativo especial do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Ano 1. n.1, 2010.

ISMAN, M. B. Neemand other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, v. 25, n. 4, p. 339-344, 1997.

JÄCKEL, B.; KURZHALS, M. Biologische Bekämpfungsmöglichkeiten von *Duponchelia fovealis*. In: **Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie**. Berlin: Selbstverlag. 1995. p. 7-7.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. 2012**. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/highlights/>>. Acesso em: 16 jan. 2014.

KLOSS, T. G. **Bacillus thuringiensis e Trichogramma spp. no manejo de populações de Helicoverpa zea (BODDIE, 1850)**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSK, A. E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. **The American Journal of Medicine**, v. 113, n. 9, p. 71-88, 2002.

LEDEZMA, E.; APITZ-CASTRO, R. Ajoene, el principal compuesto activo derivado del ajo (*Allium sativum*), un nuevo agente antifúngico. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 23, p.75-80, 2006.

LIMA, G. M. de S. Proteínas bioinseticidas produzidas por *Bacillus thuringiensis*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 7, p.119-137, 2010.

MOLINA, N. Uso de extractos botanicos en el control de plagas y enfermedades. In: **Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sinteticos**. Manejo integrado de plagas. Costa Rica: CATIE. 2001. p. 56-59.

MURPHY, G. **An overview of Duponchelia control options**. 2008. Disponível em: <<http://www.greenhousecanada.com/content/view/1424/38/>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

ONODY, H. C. **Estudo da fauna de Hymenoptera parasitoides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2009. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

PARDO-LÓPEZ, L.; SOBERÓN, M. BRAVO, A. *Bacillus thuringiensis* insecticidal three-domain Cry toxins: mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. **Microbiology Reviews**, v. 37, n. 1, p. 3-22, 2012.

PIJNAKKER J. *Duponchelia fovealis*, le lépidoptère redouté des plantes en pot aux Pays-Bas. **Revue Horticole**, v. 429, p. 51-53, 2001.

POLANCZYK, R. A.; VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. Utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de pragas agrícolas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ. 2008. p. 111-136.

POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociência**, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2003.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B.. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**. v. 21, p. 73-76, 2002.

READ, T. D.; PETERSON, S. N.; TOURASSE, NICOLAS.; BAILLIE, L. W.; PAULSEN, I. T.; NELSON, K. E.; TETTELIN, H.; FOUTS, D. E.; EISEN, J. A.; GILL, S. R.; HOLTZAPPLE, E. K.; ØKSTAD, O. A.; HELGASON, E.; RILSTONE, J.; WU, M.; KOLONAY, J. F.; BEANAN, M. J.; DODSON, R. J.; BRINKAC, L. M.; GWINN, M.; DEBOY, R. T.; MADPU, R.; DAUGHERTY, S. C.; DURKIN, A. S.; HAFT, D. H.; NELSON, W. C.; PETERSON, J. D.; POP, M.; KHOURI, H. M.; RADUNE, D.; BENTON, J. L.; MAHAMOUD, Y.; JIANG, L.; HANCE, I. R.; WEIDMAN, J. F.; BERRY, K. J.; PLAUT, R. D.; WOLF, A. M.; WATKINS, K. L.; NIERMAN, W. C.; HAZEN, A.; CLINE, R.; REDMOND, C.; THWAITE, J. E.; WHITE, OWEN.; SALZBERG, S. L.; THOMASONQ, B.; FRIEDLANDER, A. M.; KOEHLER, T. M.; HANNAQ, P. C.; KOLSTØ, A.; FRASER, C. M. The genome sequence of *Bacillus anthracis* Ames and comparison to closely related bacteria. **Nature**, v. 423, p. 81-86, 2003.

RICHTER, E. **Nützingseinsatz im Zierpflanzenbau unter Glas : Handbuch zum praktischen Arbeiten: Ergebnisse aus den Verbundvorhaben "Nützlinge I" und "Nützlinge II"**. Berlin: Selbstverlag, 2009.

SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Embrapa Meio Ambiente, 46p. (Séries Documentos 12). 1998.

SALLAM, M. N.; OVERHOLT, W. A.; KAIRU, E. Dispersal of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* in a new ecosystem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 98, p. 211–217, 2001.

SANTOS JÚNIOR, H. J. G.; MARQUES, E. J.; PRATISSOLI, D.; MACHADO, L. C.; ANDRADE, G. S. Efeito de *Bacillus thuringiensis* (Bacillaceae) sobre parâmetros biológicos do parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Trichogrammatidae). **Natureza on line**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2011.

SINGH, V. K.; SINGH, D. K. Pharmacological effects of garlic (*Allium sativum* L.). **Annual Review of Biomedical Sciences**, v. 10, p. 6-26, 2008.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.

STOCKS, S. D.; HODGES, A. 2013. **European pepper moth or southern European marsh pyralid**. Disponível em:
<http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>.
Acessado em: 26 dez. 2013.

STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, T. T. de; GOMES, R. C.; AMARAL, M. da P. H. do; CARVALHO, A. F. de; VILELA, M. A. P. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 2, p. 181-194, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. *In*: TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. Florianópolis: CCA/UFSF. 2004. p. 45-62.

TIILIKKALA, K.; LINDQVIST, I.; HAGNER, M.; SETÄLÄ, H.; PERDIKIS, D. Use of botanical pesticides in modern plant protection. *In*: STOYTICHEVA, M. **Pesticides in the modern world – Pesticides use and management**. Croatia: Intechopen. 2011. p. 259- 272.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. *In*: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D. da; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Palloti. 2000. p. 113-128.

VIVAN, M. P. **Uso do cinamomo (*Melia azedarach*) como alternativo aos agroquímicos no controle do carrapato bovino (*Boophilus microplus*)**. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Pesticide Review**, v.17, n. 3, p. 1-8, 2004.

ZAWADNEAK, M. A.; VIDAL, H.; GONÇALVES, R. B.; KUHN, T. M. A.; ARAUJO, E.; DOLCI, E. M.; SANTOS, B.; SILVA, C. da R.; BENATTO, A. 2011. **Duponchelia fovealis**: Nova praga em morangueiro no Brasil. Disponível em: <<http://www.multiplanta.com.br/20anos/cnt.asp?p=Pga>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

ZIMMERMANN, O. Use of *Trichogramma* wasps in Germany; Present status of research and commercial application of egg parasitoids against lepidopterous pests for crop. **Gesunde Pflanzen**, v. 56, p. 157 -166, 2004.

CAPÍTULO 2

SUSCETIBILIDADE DE *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) A *Bacillus thuringiensis* BERLINER (BACILLACEAE)

RESUMO

A *Duponchelia fovealis* foi relatada ocasionando sérios problemas à cultura do morangueiro no estado do Espírito Santo. Por se tratar de uma praga recente, ainda não há registro de produtos para seu controle. Analisando esse cenário, além, é claro, da necessidade de uma agricultura mais desenvolvida e sustentável, pesquisas com agentes de controle biológico surgem como alternativa viável para o manejo desse inseto-praga. Mediante esse contexto, este trabalho teve como objetivo estudar a eficiência de formulados comerciais Agree[®] e Dipel WP[®] à base de *B. thuringiensis* sobre *D. fovealis*, avaliando-se a patogenicidade e a virulência. Para isso, os bioensaios foram realizados em bandejas contendo microtubos de acrílico, preenchidos com dieta artificial. Em cada microtubo, foi inoculado, sobre a dieta, 70 µL de cada formulado comercial, na concentração 1×10^8 esporos·mL⁻¹. Posteriormente, 50 lagartas de cada estágio de desenvolvimento foram acondicionadas individualmente, caracterizando um tratamento. A mortalidade foi avaliada diariamente até o 7º dia. Em seguida, avaliou-se a virulência dos respectivos formulados, através da estimativa da concentração letal (CL₅₀) para o estágio de maior suscetibilidade. Em virtude dos resultados encontrados observou-se que o estágio inicial de desenvolvimento apresentou mortalidades superiores a 90% e 80% para os produtos Agree[®] e Dipel WP[®], respectivamente. Os resultados demonstram a patogenicidade e a virulência de ambos os formulados de *B. thuringiensis* à *D. fovealis*. Entretanto estudos em condições de semicampo e campo são necessários para validar o uso em programas de manejo fitossanitário.

Palavras-Chave: Controle microbiano. Entomopatógenos. Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

Susceptibility of *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) to *Bacillus thuringiensis* BERLINER (BACILLACEAE)

Duponchelia fovealis Zeller (Lepidoptera: Crambidae) was recently reported in strawberry plantations in the state of Espírito Santo causing major problems to the crops, but by being a recent plague, there is no products registration for its control. Despite of the need for a more developed and sustainable agriculture, researches with biological control agents and plant extracts are also an alternative for the management of this insect pest. In this scenario, this study was carried out to assess the efficiency of commercial formulated based on *B. thuringiensis*, Agree[®] and Dipel WP[®], on *D. fovealis*. Trays containing acrylic microtubes and filled with artificial diet were used in the bioassays to evaluate the pathogenicity and virulence of the two commercial formulations. Inside each microtube was inoculated 70 µL of commercial formula on the diet at a concentration 1×10^8 spores·mL⁻¹. Then, 50 caterpillar of each stage were individually placed in these microtubes to form a treatment. Mortality was assessed daily until the 7^o day. Then the virulence of each formulated was evaluated by estimating the lethal concentration (LC₅₀) for the stage with the greatest susceptibility. In view of the results it was observed that the initial development stage showed mortalities above 90% and 80% for Agree[®] and Dipel[®] WP, respectively products. Both formulated, based on *B. thuringiensis*, showed pathogenicity and virulence to *D. fovealis*.

Keywords: Microbial control. Entomopathogens. Integrated Pest Management.

4 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro se destaca pela importância no estado do Espírito Santo (BALNINO et al., 2006). Entretanto, atualmente foi constatada uma nova espécie de inseto-praga em seu cultivo que ocasiona grandes perdas, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). Esse inseto caracteriza-se por ser uma praga polífaga que pode ocorrer em aproximadamente 38 famílias de plantas hospedeiras. No território capixaba, o ataque destaca-se nos cultivos de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), em cultivos de túnel alto e baixo. Porém, não existem registros de produtos químicos ou biológicos para seu controle (FORNAZIER et al., 2012).

A busca pela agricultura sustentável e com maior preocupação em relação ao meio ambiente requer mudanças no método convencional de produção. Um método alternativo é o uso de inseticidas biológicos, que são utilizados há mais de 50 anos no país (BOBROWSKI et al., 2003). Entre os agentes biológicos utilizados, a bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Beliner (Bacillaceae) apresenta resultados promissores em outros países de ocorrência desse inseto-praga (POLANCZYK; VALICENTE; BARRETO, 2008).

Estudos realizados na Califórnia mostram que os produtos à base de *B. thuringiensis* têm sido utilizados como meio de controle seletivo para *D. fovealis* (BETHKE; VANDER MEY, 2010). Bioinseticidas como Dipel[®], que possui cepas de *B. thuringiensis*, são sugeridos como larvicidas em regiões da Europa (MURPHY, 2008), como, por exemplo, na Alemanha cujos relatos demonstram a eficiência do mesmo na redução de 40% da população de *D. fovealis* (JÄCKEL; KURZHALS, 1995).

Buscando aprimorar tecnologias promissoras no manejo de *D. fovealis* no Brasil, este estudo tem como objetivo a avaliação da suscetibilidade da referida praga aos formulados comerciais Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC-91) e Dipel WP[®] (*B. thuringiensis* var. *Kurstaki* linhagem HD-1), visando sua utilização no manejo integrado de pragas.

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre-ES, em sala climatizada ajustada para a temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

4.1.1 Obtenção e Multiplicação de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)

As lagartas de *D. fovealis* foram coletadas em plantios de morango na região serrana do Espírito Santo, onde lagartas foram isoladas e enviadas ao Setor de Entomologia do NUDEMAFI, onde foram mantidas e alimentadas até se transformarem em pupas e adultos.

A metodologia empregada na multiplicação foi desenvolvida no NUDEMAFI, onde adultos de *D. fovealis* foram mantidos em tubos de PVC (200 mm x 20 cm) revestidos internamente com papel A4, sobre uma base de isopor também revestida com papel A4, sendo a extremidade superior do tubo fechada com tecido tipo “voil”. Para alimentação dos adultos foi disponibilizado em cada tubo um frasco contendo 5 mL de solução aquosa de mel a 10% tampado com um chumaço de algodão e revestido com papel. As posturas foram coletadas diariamente e acondicionadas em recipientes plásticos até a eclosão das lagartas. Posteriormente, as lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes de plástico transparente com 16 cm de diâmetro por 10 cm de altura, com tampas perfuradas para permitir as trocas gasosas. O fundo dos potes foi forrado com papel sanfonado e, sobre este, foi colocado um pedaço de tela a fim de evitar o contato entre a dieta e o fundo. Para alimentação de *D. fovealis*, foram depositadas sobre a referida tela fatias finas de dieta artificial adaptada à base de farelo de soja, germe de trigo e açúcar, proposta por King e Hartley (1985) para *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera:

Crambidae), a qual foi utilizada durante todo o estágio larval. Os insetos permaneceram nesses potes até atingirem o período pupal.

4.1.2 Suscetibilidade de *D. fovealis* a formulados de *Bacillus thuringiensis*

Para avaliar a suscetibilidade de *D. fovealis* a *B. thuringiensis*, foram utilizados os formulados comerciais Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC-91, fabricado por Bio Controle Métodos de Controle de Pragas Ltda, lote 001-13-15.600) e Dipel WP[®] (*B. thuringiensis* var. *Kurstaki* linhagem HD-1, fabricado por Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda, lote 026-13-4106). Para cada produto foi feita a diluição em água destilada estéril e, em seguida, uma alíquota de 1 mL da suspensão foi diluída 100 vezes em água destilada, onde a concentração de esporos foi determinada por meio de leitura em câmara de Neubauer[®]. Após a leitura, a concentração de cada produto foi ajustada para 1×10^8 esporos·mL⁻¹ por meio de diluições sequenciais.

Os ensaios de patogenicidade para cada formulado foram conduzidos separadamente em bandejas confeccionadas com microtubos de acrílico de 3,0 x 2,0 cm (altura x diâmetro), onde foram adicionados 2 mL de dieta artificial, utilizada na fase de criação de *D. fovealis*. Posteriormente, 70 µL de cada formulado contendo 1×10^8 esporos·mL⁻¹ foi inoculado nos microtubos de acrílico contendo dieta-artificial e, após a evaporação do excesso de umidade, 50 lagartas de a partir de cada ínstar foram acondicionadas individualmente em cada microtubo de acrílico.

Os ínstars foram determinados em ensaios preliminares a partir de medições da cápsula cefálica (dados não apresentados). Cada grupo de 10 lagartas foi considerado como uma repetição, perfazendo desta forma 5 repetições por tratamento (inseticida à base de *B. thuringiensis*). O mesmo procedimento foi realizado para a testemunha de cada ínstar, porém utilizando somente água destilada estéril sobre a dieta.

O material experimental foi acondicionado em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h) e avaliado 12h após a inoculação do inseto para verificar

se ocorreu morte devido à inoculação da lagarta. As avaliações posteriores foram realizadas diariamente até o 7º dia, para verificar o efeito letal dos isolados sobre as lagartas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4 x 2 [produtos à base de *B. thuringiensis* x Ínstares (estádios) x tempos (gerações)], sendo os dados transformados por $\sqrt{(x + 1)}$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para confirmar a eficiência do teste, este foi realizado em gerações seguintes. A mortalidade corrigida foi calculada em relação à testemunha pela fórmula de Abbott (1925). Para tal, foi utilizado o programa Assistat.

4.1.3 Estimativa da concentração letal (CL₅₀)

Os dois produtos testados no experimento de suscetibilidade foram utilizados para a estimativa da CL₅₀. Para cada produto foram utilizadas concentrações espaçadas equidistantes por meio de escala logarítmica. Na testemunha foi utilizada água destilada estéril sobre a dieta artificial. O experimento foi conduzido em câmara climatizada (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h) e avaliado diariamente até o 7º dia, para verificar o efeito letal dos isolados sobre as lagartas. As concentrações letais foram estimadas usando a análise de Probit. Para tal, foi utilizado o programa Polo Pc.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existiu interação significativa apenas entre os fatores estádios e produtos (F=3,402; p=0,034). Dessa forma, procedeu-se o desdobramento do fator estádios dentro do fator produto e vice-versa. Independente do produto, foi observada diferença na

mortalidade em função dos diferentes estádios de desenvolvimento, sendo superior nos estádios mais jovens.

Para os produtos Agree® e Dipel®, o primeiro estágio de desenvolvimento, apresentou maior suscetibilidade a *B. thuringiensis* com 95,88 e 86,76% de mortalidade, respectivamente (Tabela 1). Semelhantemente, Kloss (2011) ao trabalhar com isolados e produtos comerciais à base de *B. thuringiensis*, Agree® e Dipel®, avaliando a mortalidade de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), verificou que para alguns isolados e para os produtos comerciais ocorreu mortalidade de 100% em lagartas de primeiro ínstar. Diferentemente, Pereira et al. (2009), ao avaliarem o efeito de *B. thuringiensis kurstaki* e *B. thuringiensis aizawai* sobre a mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro e terceiro ínstar, observaram maior mortalidade em lagartas de terceiro ínstar.

Tabela 1 - Suscetibilidade de *Duponchelia fovealis* em diferentes estádios de desenvolvimento larval a inseticida à base de *Bacillus thuringiensis*, Agree® e Dipel® (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 h) em dois tempos (gerações).

Estádios	Produtos	
	Agree	Dipel
A partir do 1º estágio	95,88 aA ¹	86,76 aA
A partir do 2º estágio	60,56 aB	58,95 aB
A partir do 3º estágio	56,45 aB	31,33 bC
A partir do 4º estágio	4,22 aC	2,71 aD
F_{int. axb}	3,402	
p	0,034	

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O produto Agree® teve efeito semelhante sobre a mortalidade das lagartas a partir dos estádios 2 e 3 de desenvolvimento, apresentando 60,56 e 56,45% de mortalidade respectivamente. Já com o produto Dipel®, a mortalidade das lagartas foi diferente entre todos os estádios, observando 58,95% de mortalidade a partir do estágio 2 e 31,33 % a partir do estágio 3. Da mesma maneira Viana et al. (2009), ao estudar a patogenicidade e a influência de isolados de *Bacillus thuringiensis* nas características biológicas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), constataram que dos 58 isolados testados em lagartas de segundo ínstar, 11

causaram mortalidade total e os demais influenciaram negativamente no ciclo biológico da praga. Estudos realizados por Medeiros et al. (2005) também relataram novos isolados que causaram 100% de mortalidade das lagartas de *P. xylostella*.

A partir do estágio 4, a mortalidade foi inferior a 5% para ambos os produtos, esse fato pode ser decorrente da interrupção alimentar nessa fase e a entrada no período subsequente de pré-pupa. Nesse período, a lagarta não se alimenta evitando a contaminação por produtos de ação via ingestão (FRANCO; BAPTISTA, 2010). Nesse mesmo contexto, Bethke e Vander Mey (2010) recomendam o tratamento com *Bt* em lagartas recém-eclodidas, pois estas ficam mais expostas nas plantas diferentemente das lagartas mais desenvolvidas que preferem ficar escondidas, não se alimentando das partes que contêm o produto. Além da especificidade, algumas toxinas de *Bt* podem ligar-se ao(s) receptor(es) sem, no entanto, essa ligação ser suficiente para causar a morte do inseto (POLANCZYK; ALVES, 2003).

Dipel® (Bt *Kurstaki* HD-1) é o produto com maior alcance no mercado mundial (POLANCZYK; ALVES, 2003) e, embora seja o mais recomendado para o controle de *D. fovealis*, neste trabalho o produto Agree® proporcionou maior virulência à praga. Segundo Polanczyk (2004), a variação na eficiência dos produtos pode ocorrer por fatores relacionados ou não, ao modo de ação desse patógeno, tais como: dissolução do cristal, ativação da protoxina e ligação da toxina ativada a receptores no epitélio intestinal.

Até o momento ainda não foram identificados os receptores envolvidos na ligação com as toxinas Cry do Bt para *D. fovealis*. Contudo, a utilização de inseticidas formulados à base de *B. thuringiensis* tem sido relatada por diversos autores em diferentes países sobre essa praga (JÄCKEL; KURZHALS, 1995; MURPHY, 2008; BETHKE et al., 2012). Na literatura as toxinas Cry 1Aa, Cry 1 Ab, Cry 1Ac, Cry 2Aa e Cry 2B são relacionadas à subespécie *kurstaki* (Dipel®) e as toxinas Cry 1Aa, Cry 1Ab, Cry 1Ca, Cry 1Da, Cry 2A6 e Cry 9B à subespécie *aizawai* (Agree®), sendo essa diversidade determinante para a seletividade da atividade inseticida, cada uma delas tem níveis de toxicidade diferentes para diferentes espécies (GILL, 1995; AGBIO WORLD, 2014).

Estudos relatando a suscetibilidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a diferentes toxinas Cry indicam que as proteínas Cry1Ac, Cry1Ab, Cry2A e Cry2B são tóxicas. No entanto, Cry1Ac mostra-se mais tóxica, esse fato que

pode ocorrer devido ao maior número de ligações e maior afinidade de ligação com receptores no intestino médio desse inseto (LIAO et al., 2002; ESTELA et al., 2004; ANGELO et al., 2010; VALAITIS, 2011). Da mesma maneira é possível que as proteínas Cry, presentes exclusivamente no produto formulado Agree[®], podem ter sido determinantes para maior virulência a *D. fovealis* neste estudo.

Na estimativa da concentração letal (CL₅₀), houve um acréscimo na porcentagem de mortalidade de lagartas de *D. fovealis* proporcional ao aumento da concentração de esporos. As avaliações se adequaram ao modelo de Probit, apresentando qui-quadrado significativo (χ^2 significativo, $p > 0,05$) (Tabela 2). Analisando os intervalos de confiança não foi possível determinar diferença entre os tempos de experimentos com os produtos Agree[®] e Dipel[®].

As inclinações da curva de concentração-mortalidade variaram entre os produtos Agree[®] e Dipel[®]. Observou-se menor inclinação da curva para o produto Agree[®] (0,34 e 0,38) se comparado ao produto Dipel[®] (1,25 e 1,16). Segundo Schmidt (2002), valores altos de inclinação da curva indicam que pequenas variações na concentração do inseticida promovem grandes variações na mortalidade da praga-alvo.

Tabela 2 - Estimativa da CL₅₀ de inseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, Agree[®] e Dipel[®], a *Duponchelia fovealis* em lagartas a partir do estágio 1 de desenvolvimento (25±1°C, UR de 70±10 % e fotofase de 12 h)

Prod ¹	E ²	N ³	Inclinação±EP ⁴	CL ₅₀ ⁵ (IC ⁶ 95%)	χ^2 ⁽⁷⁾	Gl ⁸	P ⁹
Agree	1	444	0,34 ± 0,050	2,07x10 ⁵ (7,05x10 ⁴ - 4,79x10 ⁵)	5,946	7	0,546
	2	445	0,38 ± 0,051	1,74x10 ⁵ (1,32x10 ⁴ - 7,67x10 ⁵)	19,026	7	0,278
Dipel	1	446	1,25 ± 0,097	8,86x10 ⁵ (5,77x10 ⁵ - 1,35x10 ⁶)	9,0522	7	0,249
	2	446	1,16 ± 0,089	9,62 x10 ⁵ (4,90x10 ⁵ - 1,85x10 ⁶)	19,355	7	0,249

¹ Prod: Produtos à base de Bt; ² E: experimentos no tempo; ³ N: número de observações; ⁴ Inclinação±EP: inclinação da curva ± erro padrão; ⁵ CL: Concentração letal (esporos.mL⁻¹); ⁶ IC: intervalo de confiança; ⁷ X²: Qui-quadrado; ⁸ Gl: graus de liberdade; e ⁹ P: probabilidade.

A concentração letal requerida para ocasionar a mortalidade de 50% da população de *D. fovealis* variou de 1,74 x 10⁵ a 2,07 x 10⁵ esporos.mL⁻¹ de *B. thuringiensis* var. *aizawai* GC-91, para o produto Agree[®] e 8,86 x 10⁵ a 9,62 x 10⁵ esporos.mL⁻¹ de *B.*

thuringiensis var. *Kurstaki* linhagem HD-1, para o produto Dipel®. Santos Junior et al. (2009), avaliando 27 isolados de *B. thuringiensis* oriundos de amostras de solo e dois formulados comerciais à base de *B. thuringiensis* var. *aizawai* (Xentari® WG) e à base de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Dipel® PM) sobre *Helicoverpa zea*, constataram que em apenas 7 desses isolados e os produtos comerciais proporcionaram mortalidades superiores a 94,1%. Para esses isolados promissores, foram encontrados valores para a CL₅₀ variando entre 3×10^4 a $1,2 \times 10^7$ esporos·mL⁻¹.

As diferenças da toxicidade destes produtos podem estar relacionadas com a composição dos cristais e seu potencial tóxico (POLANCZYK; SILVA; FIUZA, 2000). Do ponto de vista prático, o controle de *D. fovealis* utilizando *B. thuringiensis* pode ser considerado efetivo podendo ser uma ferramenta importante em sistemas de gestão integrada de pragas na cultura do morangueiro. Cabe ressaltar que a atividade desses formulados em condições de campo podem sofrer variações mediante a influência de fatores bióticos e abióticos o que poderá modificar os níveis de virulência obtidos nos ensaios em laboratório (SANTOS JUNIOR et al., 2009).

4.3 CONCLUSÃO

Verificou-se que os produtos Agree® e Dipel® são promissores no manejo de *D. fovealis* a partir do primeiro estágio de desenvolvimento. Contudo, observou-se maior virulência do produto Agree®, que necessitou de uma menor dose para atingir a CL₅₀. Assim, os resultados demonstram a patogenicidade e virulência de ambos os formulados de *B. thuringiensis* à *D. fovealis*, no entanto estudos em condições de semicampo e campo são necessários para validar o uso em programas de manejo fitossanitário.

4.4 REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A Method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.
- AGBIO WORLD. **SAFETY OF *Bacillus thuringiensis* Proteins Used to Control Insect Pests in Agricultural Crops**. 2014. Disponível em: <http://www.agbioworld.org/pdf/bt-short_safet.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2014.
- ANGELO, E.; VILAS-BOAS, G.; CASTRO-GOMÉZ, R. *Bacillus thuringiensis*: Características gerais e fermentação. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 945-958, 2010.
- BALBINO, J. M. de S.; MARIN, A. J. Importância Socioeconômica da cultura do morango para o estado do Espírito Santo e o planejamento da produção comercial. *In*: BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper. 2006. p. 11-14.
- BETHKE, J. A.; OSBORNE, L. S.; STOCKS, S.D.; MEY, B. V.; HODGES, A. C.; SCHUBLE, D. L.; SCHMALE, L. **Real and Potential Impact of the European Pepper Moth on Ornamental Plant Production and Agriculture**. 2012. Disponível em: <http://cistr.ucr.edu/pdf/saf_proceedings_bethke2012.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2013.
- BETHKE, L.; VANDER MEY, B. **Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. University of California Cooperative Extension San Diego**. 2010. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2013.
- BOBROWSKI, V. L.; FIÚZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, v. 34, p. 843-850, 2003.
- ESTELA, A.; ESCRICHE, B.; FERRÉ, J. Interaction of *Bacillus thuringiensis* toxins with larval midgut bindings sites of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 3, p. 1378-1383, 2004.
- FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D dos S.; DALVI, L. P; TEIXEIRA, C. P.; SILVA, A. T. da; THOMPSON, E. L.; RODRIGUES, A K.; PRATES, R. S.; COZER, E.; MOREIRA, J. P. de A.; BECALLI, L.; PAES, J. P. P.; TIBURCIO, M. O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morango monitorado e rastreado. Vitória. ES. (folder) 2012.
- FRANCO, M. C.; BAPTISTA, M. C. *Duponchelia fovealis* Zeller – nova praga em Portugal. **Frutas, legumes e flores. A revista dos profissionais**, v. 110, p. 34-35, 2010.
- GILL, S. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, v. 1, p. 69-74, 1995.
- JÄCKEL, B.; KURZHALS, M. Biologische Bekämpfungsmöglichkeiten von *Duponchelia fovealis*. *In*: **Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie**. 5. ed. Berlin. 1995. p. 7-7.

KING, E. G.; HARTLEY G. G. *Diatraea saccharalis*. In: SINGH, P.; MOORE, R. F. **Handbook of insect rearing**. New York: Elsevier. 1985. p. 265-270.

KLOSS, T. G. ***Bacillus thuringiensis* e *Trichogramma* spp. no manejo de populações de *Helicoverpa zea* (BODDIE, 1850)**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

LIAO, C.; HECKEL, D.; AKHURST, R. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins for *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae), major pests of cotton. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 80, p. 55-66, 2002.

MEDEIROS, P. T.; FERREIRA, M. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, A.C. M. M.; FALCÃO, R.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-dascrucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, 2005.

MURPHY, G. **An overview of *Duponchelia* control options**. 2008. Disponível em: <<http://www.greenhousecanada.com/content/view/1424/38/>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

PEREIRA, J. M.; SEIL, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P. M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 140-143, 2009.

POLANCZYK, R. A.; VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. Utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de pragas agrícolas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ. 2008. p. 111-136.

POLANCZYK, R. **Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2004. 144 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Programa de Pós Graduação em Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociência**, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2003.

POLANCZYK, R.; SILVA, R. F. P. da; FIUZA, L. M. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 165-167. 2000.

SANTOS JUNIOR, H.J.G.; MARQUES, E. J.; POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; RONDELIII, V. M. Suscetibilidade de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) a *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillaceae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 635-641, 2009.

SCHMIDT, F.B. **Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho**. 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Programa de Pós Graduação em Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

VALAITIS, A. Localization of *Bacillus Thuringiensis* Cry1A toxin-binding molecules in gypsy moth larval gut sections using fluorescence microscopy. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 108, p. 69-75, 2011.

VIANA, C. L. T. P.; DE BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; THULER, A. M. G.; LEMOS, M. V. F.; FERRAUDO, A. S. Efeito de novos isolados de *Bacillus thuringiensis* Berliner em *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Científica**, v. 37, n. 1, p. 22 - 31, 2009.

CAPÍTULO 3

ATIVIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE FUMO E ALHO EM *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)

RESUMO

A lagarta *Duponchelia fovealis* foi recentemente encontrada em plantios comerciais do morangueiro no estado do Espírito Santo ocasionando grandes problemas à cultura. Por ser uma praga recente, ainda não há registro de produtos para o seu **controle**. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso dos extratos aquosos de alho e fumo, visando sua adoção como métodos alternativos de controle de *D. fovealis*. Para execução dos bioensaios, foram utilizados 60 insetos/tratamento para cada instar larval. Os respectivos extratos aquosos foram aplicados na concentração 10% (m/v). O ingrediente ativo Clorfenapir foi utilizado como testemunha negativa e, na testemunha positiva, foi pulverizada água destilada estéril (ADE). Todos os tratamentos foram pulverizados com o auxílio da Torre de Potter. As avaliações foram realizadas diariamente por 7 dias para determinar a atividade inseticida dos respectivos tratamentos. Por ocasião dos resultados, estimou-se apenas a concentração letal (CL₅₀) do extrato aquoso de fumo, o qual apresentou mortalidade superior a 85% no teste de suscetibilidade, isso analisando o 1º e 2º instar. Desta forma, conclui-se que o extrato de fumo pode ser uma alternativa viável no manejo fitossanitário de *D. fovealis*, considerando a sua utilização em propriedades que adotam o manejo agroecológico.

Palavras-Chave: Plantas inseticidas. Manejo Fitossanitário de Pragas. Morango.

ABSTRACT

TOBACCO AND GARLIC AQUEOUS EXTRACT ACTIVITY ON *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)

Duponchelia fovealis caterpillar was recently found in the state of Espírito Santo causing major problems in strawberry culture and, as it is a recent plague, there is no products registration for its control. This study was carried out to assess the efficiency of garlic and tobacco aqueous extracts on *D. fovealis* control. In bioassays, 60 insects were used per treatment in each larval stage. Garlic and tobacco aqueous extract were used at a 10% concentration (m/v). As negative control was used the active ingredient Clorofenapir and, as positive control was used sterile distilled water (SDW). All treatments were sprayed through Potter's Tower. To assess insecticidal activity, evaluations were performed daily during 7 days. By the results, only tobacco aqueous extract had its lethal concentration (LC_{50}) estimated, showing mortality above 85% in susceptibility testing using 1^o and 2^o instar. Thus it's possible to conclude that tobacco aqueous extract can be used as a viable alternative in *D. fovealis* phytosanitary management in properties that adopt agroecological management.

Keywords: Plant insecticides. Phytosanitary Pest Management. Strawberry.

5 INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro é uma atividade tipicamente relacionada a pequenas propriedades, uma vez que a mão-de-obra é caracterizada como familiar, um ponto de extrema importância econômica e social, respectivamente pela fonte de renda e fixação do homem nas zonas agrícolas (RADIN et al., 2007).

Contudo, as perdas na produção em diversas culturas podem ocasionar prejuízos incalculáveis, os quais são decorrentes principalmente dos gastos com insumos agrícolas, como os inseticidas utilizados no manejo de vários insetos-praga. Recentemente, foi constatada no estado do Espírito Santo uma nova espécie de inseto-praga, *Duponchelia fovealis*, o qual se alimenta de todas as partes vegetativas do morangueiro. Por ser uma praga nova, ainda não há registro de produtos biológicos ou químicos para seu controle (FORNAZIER et al., 2011; ZAWADNEAK et al., 2011).

Apesar da contribuição dos inseticidas sintéticos na produção de alimentos, o uso indiscriminado e o não cumprimento das especificações de dosagem e carência têm contribuído para proporcionar efeitos negativos sobre o homem e ao meio ambiente (AGUIAR-MENEZES, 2005). Além disso, a crescente busca por alimentos mais saudáveis e isentos de resíduos tem determinado o redimensionamento dos sistemas de produção, pois a qualidade das frutas passou a ser uma exigência dos mercados que buscam, além do aspecto externo, a garantia da qualidade interna (MARTINS, 2006).

Dessa forma, a pesquisa e o desenvolvimento de medidas alternativas ao uso dos inseticidas convencionais são necessários e de vital importância para toda a cadeia produtiva. Entre tais alternativas, a utilização de extratos vegetais surge como uma possibilidade de reduzir os prejuízos ao ambiente e ao homem, pois apresenta menor impacto, além de vantagens, como rápida degradação, menor efeito sobre organismos não alvos e sobre o meio ambiente, além de maior segurança para o consumidor (AGUIAR-MENEZES, 2005; MAIRESSE; COSTA, 2009).

Diversos trabalhos corroboram com esse contexto, pois os resultados comprovam a atividade inseticida de vários compostos extraídos de plantas, seja exercendo

controle de insetos minadores, sugadores, broqueadores e ou mastigadores (GRUBER; LÓPES, 2004; SOUZA; ARAUJO; NASCIMENTO, 2007).

Nesse contexto, acredita-se que a utilização de plantas com propriedades inseticidas, como o alho (*Allium sativum*) e o fumo (*Nicotiana tabacum* L.), possa ser promissoras no controle de *D. fovealis*. Dessa forma, este trabalho objetivou avaliar a atividade inseticida de *D. fovealis* aos extratos aquosos de alho e fumo, buscando alternativas de controle que proporcionem menor impacto ambiental e que sejam compatíveis com os programas de manejo fitossanitário das pragas.

5.1 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre-ES, em sala climatizada ajustada para a temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

5.1.1 Obtenção e Multiplicação de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)

As lagartas de *D. fovealis* foram coletadas em plantios de morango na região serrana do Espírito Santo, onde lagartas foram isoladas e enviadas ao Setor de Entomologia do NUDEMAFI, onde foram mantidas e alimentadas até se transformarem em pupas e adultos.

A metodologia empregada na multiplicação foi desenvolvida no NUDEMAFI, onde adultos de *D. fovealis* foram mantidos em tubos de PVC (200 mm x 20 cm) revestidos internamente com papel A4, sobre uma base de isopor também revestida com papel A4, sendo a extremidade superior do tubo fechada com tecido tipo "voil". Para alimentação dos adultos foi disponibilizado em cada tubo um frasco contendo 5

mL de solução aquosa de mel a 10% tampado com um chumaço de algodão e revestido com papel. As posturas foram coletadas diariamente e acondicionadas em recipientes plásticos até a eclosão das lagartas. Posteriormente, as lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes de plástico transparente com 16 cm de diâmetro por 10 cm de altura, com tampas perfuradas para permitir as trocas gasosas. O fundo dos potes foi forrado com papel sanfonado e, sobre este, foi colocado um pedaço de tela a fim de evitar o contato entre a dieta e o fundo. Para alimentação de *D. fovealis*, foram depositadas sobre a referida tela fatias finas de dieta artificial adaptada à base de farelo de soja, germe de trigo e açúcar, proposta por King e Hartley (1985) para *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), a qual foi utilizada durante todo o estágio larval. Os insetos permaneceram nesses potes até atingirem o período pupal.

5.1.2 Obtenção do extrato aquoso de fumo e alho

Para a obtenção do material vegetal de alho, foram utilizados bulbos de alho cultivados na região serrana do estado do Espírito Santo. O material foi descascado e cortado em pequenos pedaços e espalhados sobre bandejas de alumínio revestidas com papel alumínio e levado à estufa de circulação forçada a temperatura de 40 °C até obter peso constante para que fosse conservada as suas características químicas. Após a fase de secagem o material foi triturado em moinho de faca, sendo posteriormente armazenado em potes de vidro de tampa rosqueável revestido com papel alumínio, para evitar perdas nos constituintes por fotodegradação. Para a obtenção do pó de fumo, foi utilizado o de rolo industrializado. O material foi desfiado e submetido ao processo de secagem, trituração e conservação semelhante ao descrito acima.

Para a obtenção de cada extrato, o pó do material vegetal triturado (100 g) foi transferido para um Erlenmeyer (1L), contendo água destilada estéril (ADE) (900 mL) para a obtenção de 1L da solução inicial a 10 % (m/v). Posteriormente foram mantidos sob homogeneização por 24h em agitador transversal (240 rpm). Posteriormente, a mistura foi filtrada com tecido tipo voil e transferido para um balão volumétrico e o volume aferido para 1L.

5.1.3 Suscetibilidade de *D. fovealis* a extrato aquoso de fumo e alho

No bioensaio de suscetibilidade, o extrato aquoso de fumo e alho na concentração de 10% (m/v) preparado conforme descrito anteriormente foi utilizado para cada ínstar. Cada tratamento foi composto por seis repetições e 10 lagartas por repetição, totalizando 60 insetos por tratamento. Os ínstaes foram determinados em ensaios preliminares a partir de medições da cápsula cefálica (dados não apresentados). Cada repetição foi acondicionada em placa de Petri de 9,5 x 1,5 cm (diâmetro e altura) forradas com papel filtro. As lagartas foram transferidas para cada placa contendo um disco de folha de morango da cultivar Tudla de 4,5 cm de diâmetro. Os mesmos foram pulverizados utilizando Torre de Potter com pressão de 15 lb/pol² e 12 mL de solução de cada formulado para cada repetição, sendo pulverizados 6 mL em cada lado da folha de maneira que as lagartas transferidas fossem pulverizadas apenas 1 vez, tendo-se depositado um volume médio de 1,62 mg·cm² por face pulverizada. O produto comercial com o ingrediente ativo Clorofenapir foi utilizado como testemunha negativa, por apresentar efeito nocivo a *D. fovealis* em ensaios preliminares na dosagem de 50µL de produto para 200 mL água destilada estéril (ADE), e na testemunha positiva foi pulverizada ADE. As placas foram mantidas em câmara climatizada (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h). O efeito inseticida foi avaliado diariamente até o 7º dia. Os discos foliares pulverizados foram trocados quando necessário.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4 x 2 [extratos aquosos 10 % (m/v) - fumo e alho x Ínstaes (estádios) x tempos (gerações)], sendo os dados transformados por $\sqrt{(x + 1)}$. Para confirmar a eficiência do teste, este foi realizado em dois tempos diferentes. A mortalidade corrigida foi calculada em relação à testemunha pela fórmula de Abbott (1925). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para tal, foi utilizado o programa Assistat.

5.1.4 Estimativa da concentração letal (CL)

Foi submetido ao bioensaio para estimativa da CL_{50} e da CL_{90} , o extrato aquoso que apresentou melhor ação inseticida sobre *D. fovealis* e o ínstar de maior suscetibilidade. Cada tratamento foi composto por seis repetições e 10 lagartas por repetição, totalizando 60 insetos por tratamento. Foi pulverizado 6 mL do extrato aquoso em cada lado da folha de maneira que as lagartas transferidas fossem pulverizadas apenas 1 vez, tendo-se depositado um volume médio de $1,62 \text{ mg}\cdot\text{cm}^2$ por face pulverizada. As pulverizações foram feitas em placas de Petri de $9,5 \times 1,5$ cm (diâmetro e altura) forradas com papel filtro, utilizando Torre de Potter com pressão de 15 lb/pol^2 , correspondendo a um volume médio de $1,62 \text{ mg/cm}^2$. Para cada produto, foram utilizadas concentrações espaçadas em escala logarítmica (entre os limites de 0,01% a 10 %) e as dosagens foram obtidas através da fórmula $C1.V1 = C2.V2$. Água destilada estéril na concentração de 0 % (v/v) foi utilizada na testemunha. O experimento foi conduzido em câmara climatizada ($25\pm 10^\circ\text{C}$, UR de 70 ± 10 % e fotofase de 12 h) e avaliado após 12 h da inoculação do inseto para verificar se ocorreu morte na inoculação da lagarta e, posteriormente, diariamente até o 7º dia, para verificar o efeito letal sobre as lagartas, oferecendo discos de folhas novas sempre que necessário. As concentrações letais foram estimadas usando a análise de Probit, utilizando o programa Polo Pc.

5.2 RESULTADO E DISCUSSÃO

Existiu interação significativa apenas entre os fatores estádios e produtos ($F=11,77$; $p<0,001$). Dessa forma, procedeu-se o desdobramento do fator estádios dentro do fator extrato. Foi observada diferença na mortalidade em função dos diferentes estádios de desenvolvimento.

Analisando cada extrato/produto separadamente, podemos observar que o extrato de alho, apresentou maior suscetibilidade no estágio 1, se comparado com os demais estádios. O extrato de fumo teve efeito sobre o estágio 1 e 2 com

mortalidades de 98,24% e 87,72%, respectivamente. Já o produto químico, teve ação inseticida nos estádios 1, 2 e 3, apresentando mortalidade acima de 81,03%.

Ao observar o efeito entre os estádios, percebe-se que os maiores valores de mortalidades ocorreram nos tratamentos em que foram utilizados extrato aquoso de fumo e o produto comercial com o ingrediente ativo Clorofenapir (testemunha negativa) apresentando mortalidades superiores a 98,24% no estágio 1. No estágio 2, foram observados 87,72% e 98,3% respectivamente. Já no estágio 3, apenas o produto comercial com o ingrediente ativo Clorofenapir manteve mortalidade superior a 80%. Os tratamentos com extrato aquoso de alho apresentaram valores de mortalidade inferiores a 40% em todos os estádios de desenvolvimento.

Tabela 3 - Susceptibilidade de *Duponchelia fovealis* em diferentes estádios larvais de desenvolvimento a extratos aquoso de Alho (*Allium sativum*) e Fumo (*Nicotina tabacum*) e ao ingrediente ativo Clorofenapir ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 h) em dois tempos (gerações)

Estádios	Extratos/Produto		
	Alho	Fumo	I.A (Clorofenapir)
A partir do 1º estágio	35,42 bA ¹	98,24 aA	100,00 aA
A partir do 2º estágio	15,86 bB	87,72 aA	98,30 aA
A partir do 3º estágio	14,81 bB	12,93 bB	81,03 aA
A partir do 4º estágio	15,63 abB	12,38 bB	28,21 aB
F_{int, axb}		11,7681	
p		<0,001	

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$).

O extrato de alho possui substâncias repelentes que modificam o odor natural que cada planta produz, enganando os insetos. Sabe-se também que as substâncias atuam somente por contato com os quimiorreceptores do inseto e não por contato com a cutícula ou os neurônios (TALAMINI; STADNIK, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005).

Nos bioensaios realizados, não foi possível observar eficiência na repelência do extrato aquoso de alho a *D. fovealis* ocasionando baixa mortalidade. Provavelmente, o alho teve uma variação na concentração dos compostos, segundo o hospedeiro-alvo e em terceiro, esse resultado pode estar relacionado com a quantidade dos princípios ativos presente no extrato que talvez não estivessem presentes em

quantidades suficientes para ocasionar mortalidades. Variações nos valores de concentração da alicina de alhos de diferentes origens foram verificadas por Mendes (2008). Contudo, Pant e Williams (2007) relataram que essas concentrações variam de 0,4 para 0,9% no alho cru dependendo das condições de crescimento dos bulbos.

Realizando a prospecção fitoquímica para a detecção de metabólicos secundários em extrato aquoso de alho (*A. sativum*), Lins et al. (2012) detectaram mono e sesquiterpenoides, triterpenoides e esteroides e vários outros compostos sulfurados, como a alicina e tiosulfatos, além de compostos não sulfurados, como as saponinas e ácidos fenólicos. Outros princípios ativos presentes no alho, como ajoeno, ácido fosfórico livre, óleo volátil, essências sulfuradas e oxigenadas, aliina, sulfureto de alila, sulfeto de alilo, aliglucósio, óxido dialila dissulfeto, alinase, alitamina, sulfuretos, hormônios, resinas e os compostos isotiocianato, inulina, nicotinamina e glantamina foram relatado por Vieira (1992). Entre os componentes do alho, a alicina ocupa o lugar de maior destaque por ser considerada como a substância de maior atividade biológica (LAWSON; WANG, 2005; BETANCOURT, 2010).

Diferentemente do resultado encontrado no presente trabalho, Bestete (2011), ao avaliar a eficiência dos extratos aquosos de alho e fumo em lagartas de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), observou que o extrato de alho foi sempre igual ou superior ao de fumo, sendo responsável pelas maiores porcentagens de mortalidade de lagartas de dois dias de idade, indicando melhor eficiência para o extrato de alho.

A eficiência do extrato de fumo para *D. fovealis* pode ser devido à presença de substâncias como a nornicotina, a anabasina e a nicotina, que está presente em maior concentração. Saito e Lucchini (1998) relataram que essas substâncias são as encontradas em maior concentração no fumo. A nicotina é uma toxina que atua por meio de ligações a receptores no sistema nervoso do inseto causando impulsos nervosos não controlados ocasionando rapidamente a morte do inseto (WIESBROOK, 2004).

O resultado encontrado neste trabalho confirma os resultados relatados por outros autores. Biermann et al. (2009), avaliando a atividade de inseticidas botânicos sobre lagartas de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae), por meio de

ação de contato utilizando extrato aquoso de *Nicotiana tabacum* L. (pó-de-fumo) (10% m/v), afirmam que esses produtos proporcionaram redução da viabilidade da fase larval de 100%. Semelhantemente, Boiça Júnior et al. (2005) avaliaram o efeito de 21 extratos aquosos de plantas na concentração de 10% no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) sobre discos de folhas de couve imersos nesses extratos e oferecidos a lagartas recém-eclodidas. O tratamento com *N. tabacum* causou 100% de mortalidade das larvas, e as sobreviventes não atingiram a fase de pupa. Do mesmo modo Dequech et al. (2009), estudando o efeito do extrato aquoso de pó de fumo sobre esta mesma praga, observaram efeito na mortalidade das lagartas e declínio na oviposição dos adultos.

Avaliando a adaptação de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algumas plantas comuns nos agroecossistemas brasileiros, Sá et al. (2009) observaram que, sob condições de confinamento, as lagartas recém-eclodidas que alimentaram-se com folhas de fumo, apresentaram apenas 4% de sobrevivência, porém nenhuma conseguiu chegar à fase de pupa.

A estimativa da concentração letal (CL_{50}) foi realizada apenas para o extrato de fumo que apresentou mortalidade superior a 90% no estágio 1 de desenvolvimento. As avaliações se adequaram ao modelo de Probit, apresentando qui-quadrado significativo (χ^2 não significativo, $p > 0,05$) (Tabela 4). Para o extrato aquoso de alho não foi possível estimar a CL_{50} , devido à baixa mortalidade observada no bioensaio anterior (35%) não atendendo às exigências do modelo de Probit. As inclinações da curva de concentração-mortalidade apresentaram semelhança nos dois tempos de experimento (0,82 e 0,81), não sendo observada diferença na análise dos intervalos de confiança.

A concentração letal requerida para ocasionar a mortalidade de 50% da população de *D. fovealis* variou de 1,66 a 2,18 % m/v. Resultado semelhante foi encontrado por Pinheiro e Quintela (2004) com concentrações acima de 2% em folhas de feijoeiro, quando avaliaram a eficiência do extrato de fumo para o controle de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae),.

Tabela 4 - Estimativa da CL₅₀ do Extrato Aquoso de Fumo em lagartas de *Duponchelia fovealis* a partir do estágio 1 de desenvolvimento (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 h) em dois tempos (gerações), alimentadas com folhas da cultivar Tudla

Prod ¹	E ²	N ³	Inclinação±EP ⁴	CL ₅₀ ⁵ (IC ⁶ 95%)	χ^2 ⁽⁷⁾	Gl ⁸	P ⁹
Fumo	1	500	0,82±0,08	1,66 (0,68 - 7,40)	28,51	7	0,202
Fumo	2	460	0,81±0,08	2,18 (0,99 - 7,86)	16,51	7	0,137

¹ Prod: Extrato aquoso de fumo; ² E: experimentos no tempo; ³ N: número de observações; ⁴Inclinação±EP: inclinação da curva ± erro padrão; ⁵ CL: Concentração letal; ⁶ IC: intervalo de confiança; ⁷ X²: Qui-quadrado; ⁸ Gl: graus de liberdade; e ⁹ P: probabilidade.

Em estufas dos EUA e Canadá tem sido utilizada a fumigação com fumo para o controle dos adultos de *D. fovealis* em ambientes protegidos, sendo preferível que esses fumigadores sejam alocados acima das plantas para permitir melhor dispersão em toda a estufa (MURPHY, 2008), porém o uso como fumigante pode ter efeito sobre os agentes de controle biológico naturais da área ou liberados entre outros insetos de corpo mole (CFIA, 2005). Contudo, pesquisas comprovam e recomendam o uso levando-se em consideração algumas precauções para sua utilização, pois algumas espécies de plantas que possuem substâncias bioativas de ação eficiente contra insetos apresentam graus diferenciados de toxicidade para o homem e mamíferos, recomendando-se seu uso com precauções e seguindo algumas condições como o período de degradação biológica do produto de aproximadamente 4 dias quando aplicado sobre plantas comestíveis (AGUIAR-MENEZES, 2005).

5.3 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o extrato de fumo pode ser uma alternativa viável no manejo fitossanitário de *D. fovealis*, em lagartas do estágio 1 e 2 de desenvolvimento, sendo a concentração ideal em torno de 1,66 a 2,18% (m/v). Podendo esse resultado se equiparar com o resultado obtido por meio da utilização de produtos químicos, com a vantagem de ser de fácil obtenção e menos oneroso aos produtores que cultivam o morangueiro.

5.4 REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A Method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 18, p. 265-267. 1925.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205). 2005.
- BESTETE, L. R. **Produtos alternativos e associação com *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hym.: Trichogrammatidae) visando o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) em tomateiro**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- BETANCOURT, M. de los Á.C. **Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.): Implicaciones analíticas**. 2010. 72 f. Tesis (Maestro en ciencias) - Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca, 2010.
- BIERMANN, A. C. S.; STURZA, A. S.; ROSALINO, P. K.; PONCIO, A.; DEQUECH, S. T. B. Bioatividade de inseticidas botânicos sobre lagartas de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae), sob ação de contato. VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR. 5., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2009.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R.. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 1, p.45-50, 2005.
- CFIA. **Risk management Decision Document for *Duponchelia fovealis* in Canada**. 2005. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/pestalert/duponchelia_fovealis_risk_management.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2013.
- DEQUECH, S. T. B.; EGEWARTH, R.; SAUSEN, C. D.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. do P. Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade de traça-das-crucíferas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 551-554, 2009.
- FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D dos S.; DALVI, L. P; TEIXEIRA, C. P.; SILVA, A. T. da; THOMPSON, E. L.; RODRIGUES, A K.; PRATES, R. S.; COZER, E.; MOREIRA, J. P. de A.; BECALLI, L.; PAES, J. P. P.; TIBURCIO, M. O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morando monitorado e rastreado. Vitória. ES. (folder) 2011.
- GRUBER, A. K.; LÓPEZ, P. J. A. Controle biológico de insectos mediante extractos botânicos. *In*: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE. 2004. p. 137-160.
- KING, E. G.; HARTLEY G. G. *Diatraea saccharalis*. *In*: SINGH, P.; MOORE, R. F. **Handbook of insect rearing**. New York: Elsevier. 1985. p. 265-270.

- LAWSON, L. D.; WANG, Z. J. Allicin and allicin – derived garlic compounds increase breath Acetone through Allyl Methyl Sulfide: Use in measuring Allicin bioavailability. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, p. 1974-1983, 2005.
- LINS, S. R de O.; OLIVEIRA, A. M. A. de; XAVIER, H. S.; RANDAU, K. P. Prospecção fitoquímica de extratos de plantas e controle da podridão penducular em manda. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 97-103, 2012.
- MAIRESSE, L. A. S., COSTA, E. C.. **Contaminação ambiental pela agricultura e as novas perspectivas com a moderna biotecnologia**. Santa Maria: Orium, 2009.
- MARTINS, D. dos S. Produção integrada de frutas no Brasil. *In*: BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper. 2006. p. 11-14.
- MENDES, P. A. P. **Estudo do teor de Alicina em Alho**. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, Bragança, 2008.
- MURPHY, G. **An overview of Duponchelia control options**. 2008. Disponível em: <<http://www.greenhousecanada.com/content/view/1424/38/>>. Acesso em: 08 jan. 2014.
- PANT, C.; WILLIAMS, D. **Process for the production of allicin**. United States Patent: Neem Biothech Ltd, 2007
- PINHEIRO, P. V.; QUINTELA, E. D. **Efeito de Extratos de Plantas Sobre a Mortalidade de Ninfas de Bemisia Tabaci (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**. Embrapa Arroz e Feijão, XXp. (Comunicado Técnico 95). 2004.
- RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; BUENO, A. C.; BARNI, N. A.; MATZENAUER, R. Produtividade do morango em função da localização na estufa. *In*: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, J. F. M. **III Simpósio Nacional do Morango e II Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do MERCOSUL**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 19-22.
- SÁ, V. G. M. DE; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical entomology**, v. 38, n.1, 2009.
- SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Embrapa Meio Ambiente, 46p. (Documentos 12). 1998.
- SOUZA, A.E.F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L.C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capimsanto sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-71, 2007.
- TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. *In*: TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. Florianópolis: UFSC. 2004. p. 45-62.

VIEIRA, L. S. **Fitoterapia da Amazônia: manual de plantas medicinais**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda. 1992.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Pesticide Review**, v. 17, n. 3, p. 1-8, 2004.

ZAWADNEAK, M. A.; VIDAL, H.; GONÇALVES, R. B.; KUHN, T. M. A.; ARAUJO, E.; DOLCI, E. M.; SANTOS, B.; SILVA, C. da R.; BENATTO, A. 2011. **Duponchelia fovealis**: Nova praga em morangueiro no Brasil. Disponível em: <<http://www.multipianta.com.br/20anos/cnt.asp?p=Pga>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo é possível fornecer uma nova ferramenta a ser utilizada no Manejo Fitossanitário de *Duponchelia fovealis*, visto que esta espécie foi relatada recentemente e ainda não há produtos registrados para seu manejo.

Verificou-se a nível de laboratório que os produtos formulados Agree[®] e Dipel[®], e o extrato aquoso de fumo são promissores no manejo de *D. fovealis* a partir do primeiro estágio de desenvolvimento, sendo que a mortalidade de *D. fovealis* aumentou em função da concentração. A utilização dos inseticidas biológicos Agree[®] e Dipel[®], tem sido relatada com potencial de uso em conjunto com outros agentes de controle biológico. Já o extrato de fumo pode ser uma alternativa viável no manejo fitossanitário de *D. fovealis*, considerando a sua utilização em propriedades que adotam o manejo fitossanitário, isso por ser um produto de fácil obtenção e menos oneroso aos produtores que cultivam o morangueiro, porém estudos mais detalhados sobre sua atividade sobre outros agentes de controle biológico devem ser estudados de maneira a propiciar o uso integrado deles pelos produtores.