

Artigo de revisão

Andressa Katiski da Costa Stuart¹
Maria Aparecida Cassilha Zawadneck¹
Ida Chapaval Pimentel¹

¹. Universidade Federal do Paraná

KEYWORDS

MIP. Biological control. Crown caterpillar.
Literature review.

PALAVRAS-CHAVE

MIP. Controle Biológico. Lagarta-da-coroa.
Revisão de Literatura.

AUTOR CORRESPONDENTE:

Andressa Katiski da Costa Stuart
<andressa.katiski@gmail.com>
Laboratório de Microbiologia (LabMicro), sala
146, Departamento de Patologia Básica,
Universidade Federal do Paraná, Campus Centro
Politécnico, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, nº
100 - Jardim das Américas, CEP: 81530-000,
Curitiba - PR, Brasil

Submetido em: 05/07/2021

Aceito em: 23/02/2022

O estado da arte no manejo de *Duponchelia fovealis* em morangueiro no Brasil e no mundo

The state of the art in the management of *Duponchelia fovealis* in strawberry in Brazil and in the world

ABSTRACT

The growing demand for higher quality and safer food for consumption grows every day. Integrated Pest Management (IPM) strategies, which reduce the application of chemical pesticides in the crop, are gaining more and more space and are effective with the advantages of not polluting the environment and causing damage to consumer health. Due to being a pest introduced in Brazil and not having registered products for its control, high populations of *Duponchelia fovealis* have been causing huge economic losses in strawberry. As a result, the objectives of this review were to compile information on *D. fovealis* in agriculture and infer trends in research topics over time. Also, present an overview of alternatives for the management of this exotic pest. To this end, national and international articles were evaluated, without time frame, searched from the following databases: Google Scholar, PubMed, Scielo and Scopus, using as keywords: *Duponchelia fovealis*, *European Pepper crown caterpillar*. All scientific articles, published or indexed in the aforementioned databases, that contained the keywords in their title and/or abstract were computed

RESUMO

A crescente demanda por alimentos de maior qualidade e mais seguros para o consumo, cresce a cada dia. Estratégias do Manejo integrado de Pragas (MIP), que reduzem as aplicações de defensivos químicos na lavoura, ganham cada vez mais espaço e apresentam efetividade com as vantagens de não poluir o meio ambiente e causar danos à saúde do consumidor. Por ser uma praga introduzida no Brasil e não possuir produtos registrados para seu controle, altas populações de *Duponchelia fovealis* vem causando enormes perdas econômicas em morangueiro. Em razão disso, os objetivos dessa revisão foram compilar informações sobre *D. fovealis* na agricultura e inferir tendências de temas das pesquisas realizadas ao longo do tempo. Ainda, apresentar um panorama geral sobre alternativas de manejo desta praga exótica. Para tal, foram avaliados artigos nacionais e internacionais, sem recorte temporal, pesquisados a partir das bases de dados: Google Scholar, PubMed, Scielo e Scopus, empregando-se como palavras-chave: *Duponchelia fovealis*, *European Pepper Moth* e Lagarta-da-coroa. Todos os artigos científicos, publicados ou indexados nas referidas bases de dados, que continham as palavras-chave em seu título e/ou resumo foram computados.

INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro (*Fragaria × ananassa* Duch.) é uma das mais importantes ao redor do mundo devido a sua relevância econômica e social e papel fundamental na geração de empregos, além de representar a principal fonte de renda para diversas famílias brasileiras (CARVALHO, 2011; VANDENDRIESSCHE et al., 2012; MADAIL, 2016, PARANÁ - SEAB, 2021). Este fruto de pequeno porte é também o de maior expressão econômica no Brasil, alta apreciação pelo seu doce sabor e aroma (ANTUNES e JUNIOR, 2007; FACHINELLO et al., 2011). O consumo e o comércio deste fruto vem apresentando relevante aumento na América Latina nas últimas décadas e no Brasil, representa importante parcela Valor Bruto de Produção (VBP) de frutos anual (ANTUNES, BONOW E JUNIOR, 2020). O estado do Paraná é o segundo maior produtor de morangos no país, atrás apenas de Minas Gerais, com uma área de produção próxima a mil hectares, mais de 30 mil toneladas de morango e VBP de mais de R\$ 205 milhões em 2019, correspondente a 12,5% do valor gerado pela fruticultura (ANTUNES, BONOW E JUNIOR, 2020; PARANÁ - SEAB, 2019).

Um dos maiores desafios do cultivo do morangueiro é a incidência de pragas (ZAWADNEAK et al., 2018; SOUZA e ZAWADNEAK, 2018; BENATTO et al., 2021). Neste contexto, a mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) (Figura 1) é uma das mais importantes pragas que acomete esta cultura. *Duponchelia fovealis* é nativa das regiões Mediterrânea, Ilhas Canárias, Síria e Argélia, e ocorre principalmente em países da Europa, Ásia, África e América, com registro mais recente no México (BARDET, 2008; BONSIGNORE e VACANTE, 2010; EFIL, ÖZGÜR e EFIL, 2014; CABI, 2021; CRUZ-ESTEBAN e ROJAS, 2021), causando importantes perdas econômicas. No Brasil, é uma praga exótica e seu primeiro registro no morangueiro ocorreu em 2010, no estado do Paraná (ZAWADNEAK et al., 2011; 2016).



Figura 1. Adultos de *Duponchelia fovealis*. ♂ macho e ♀ fêmea. Fonte: ZAWADNEAK et al. (2018).

As lagartas desta espécie atacam diversas estruturas da planta, perfuram a coroa, comprometendo a circulação de nutrientes e favorecendo a ação de fitopatógenos, além de causar danos nas folhas, flores e morangos. Além disso, a redução da área foliar causada pela alimentação das lagartas, prejudica a fotossíntese e a qualidade dos morangos, deixando as plantas sensibilizadas, acarretando

redução em sua produtividade e podendo levar à morte precoce da muda (EFIL, ÖZGÜR e EFIL, 2014; ZAWADNEAK, VIDAL e SANTOS, 2015; ZAWADNEAK et al., 2016, 2018). Esta praga causa injúrias ao longo de todo o ciclo da cultura e seu controle é dificultado devido ao comportamento das lagartas, que permanecem na parte basal da planta, protegidas nas bainhas da coroa (BRAMBILA e STOCKS, 2010; ZAWADNEAK et al., 2018).

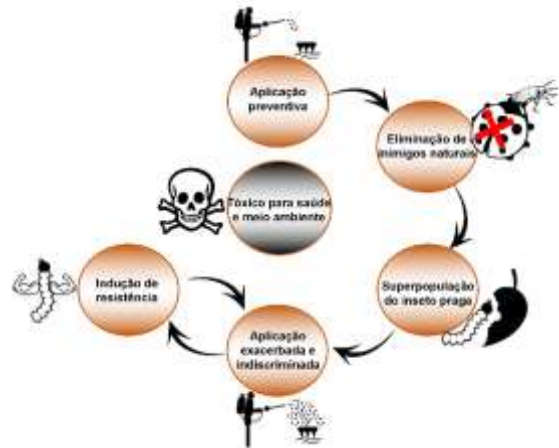


Figura 2-Esquema da utilização indiscriminada de agrotóxicos e suas consequências

A dificuldade em proteger a cultura contra esta e outras pragas leva ao uso em larga escala e, muitas vezes, indiscriminado, de inseticidas e a aplicação destes agrotóxicos muitas vezes ocorre de forma preventiva, ou seja, sem monitorar a presença na cultura (OSHITA e JARDIM, 2012; VANDENDRIESSCHE et al., 2012; BERNARDI et al., 2015). Esta prática gera problemas principalmente devido à potente ação poluidora destes agroquímicos, bem como a potencial indução de resistência em insetos-praga (VAN LENTEREN, 2012). Além disso, devido à ação de amplo espectro de alguns inseticidas, estes agem não apenas contra organismos prejudiciais, mas também contra os benéficos que atuam como inimigos naturais, promovendo o equilíbrio populacional de algumas espécies (VAN LENTEREN, 2012) (Figura 2). Outro fator preocupante decorrente da aplicação de inseticidas é o alto número de intoxicações em humanos e animais domésticos (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Alguns dos agrotóxicos utilizados para controle de pragas são tóxicos o que pode acarretar o aparecimento de sintomas adversos e, em casos mais graves, levar a morte se usados de forma inadequada. A contaminação com estes agrotóxicos pode ocorrer tanto na população em geral, por consumir produtos contaminados, como em trabalhadores rurais, sendo que a maioria dos óbitos por intoxicação com inseticidas são de trabalhadores que entram em contato constante com estes agroquímicos sem os equipamentos de proteção, seja por falta de capacitação ou simplesmente, por negligência. A aplicação indiscriminada de agrotóxicos, deixa resíduos nos frutos que, na sua maioria, são consumidos in natura, o que faz do morango um dos produtos agrícolas com maior residual de agroquímicos no país de acordo com os últimos relatórios expedidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e

pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL - ANVISA, 2016; BRASIL - MAPA, 2019).

No Brasil inexistem inseticidas registrados para emprego no controle de *D. fovealis* (BRASIL - AGROFIT, 2021) justificando a busca por estratégias que implementem o Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP é formado por diversas estratégias de controle, sendo o controle biológico de pragas (CBP) uma das alternativas mais promissoras. CBP é definido como a utilização de um organismo para reduzir a densidade populacional de outro organismo e demonstra grande eficácia no controle de pragas de diversas culturas, além de não apresentar toxicidade ao meio ambiente (ALVIN, MILLER e NEILAN, 2014). Além disso, é considerado uma solução efetiva e permanente, capaz de reduzir os danos causados por pragas exóticas, bem como reduzir a aplicação de inseticidas (MYERS e CORY, 2017). Neste método de controle são empregados organismos predadores, parasitoides, microrganismos (como bactérias, vírus e fungos), extratos vegetais, feromônios, dentre outros (HAJEK e DELALIBERA JR, 2010). O número de estudos com esta praga vem crescendo de forma exponencial nos últimos anos, sendo o Brasil, líder em publicações com esse tema (GONÇALVES et al., 2021). Desta forma, no presente trabalho, traz-se uma revisão de artigos que abordam o controle de *D. fovealis*, buscando compilar informações sobre esta praga na agricultura e inferir tendências de temas das pesquisas realizadas ao longo do tempo. Ainda, apresentar um panorama geral sobre alternativas de manejo desta praga exótica.

DESENVOLVIMENTO

Para a realização desta revisão científica foram avaliados artigos nacionais e internacionais, pesquisados a partir das bases de dados: Google Scholar, PubMed, Scielo e Scopus, empregando-se como palavras-chave: *Duponchelia fovealis*, *European Pepper Moth* e Lagarta-da-coroa. Por serem escassos, não foi utilizado recorte temporal, dessa forma todos os artigos científicos, publicados ou indexados nas referidas bases de dados, que continham as palavras-chave em seu título e/ou resumo foram computados. Esta revisão relata a incidência de *D. fovealis* na cultura do morangueiro e aborda os principais métodos de manejo já estudados para controle essa praga. Inicialmente será abordado o emprego do manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro e seus critérios de utilização; seguido por um breve histórico da incidência de *D. fovealis* nessa cultura, e por fim, serão apresentados os métodos de manejo químico e biológicos utilizados no controle desse inseto praga.

2.1 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NO MORANGUEIRO

A aplicação de inseticidas sintéticos é o primeiro método utilizado no controle de pragas em morangueiro na pré e pós-colheita ao redor do mundo. Em 2008, o Brasil passou a liderar a corrida pelo consumo de agrotóxicos, tornando-se o maior consumidor do mundo destes produtos, sendo que, somente no estado do Paraná foram consumidos mais de 92 milhões de quilos de defensivos agrícolas químicos no ano de 2017 (PARANÁ - SESA, 2019). Este hábito faz do morango um dos produtos com

maior índice de inconformidade nas análises de resíduos, realizadas pelo MAPA, nas quais foram detectados agroquímicos não permitidos para esta cultura, além de valores acima do limite máximo de resíduos tolerados (BRASIL - MAPA, 2019), constituindo um grande problema sanitário envolvendo a saúde do produtor, do consumidor e o meio ambiente.

Os agrotóxicos sintéticos são amplamente utilizados na agricultura para o controle de pragas, porém diversos são os efeitos negativos acarretados pela sua aplicação. Dentre eles a contaminação de águas e solos, os efeitos em organismos não alvo, o surgimento de populações de pragas resistentes e a distribuição de alimentos contendo resíduos de agroquímicos que podem ser nocivos à saúde do consumidor, são os principais. Estes e outros problemas têm estimulado investigações em estratégias alternativas para o controle de pragas e patógenos (ZAKER et al., 2014). Desta forma, buscando controlar pragas e doenças e reduzir os resíduos deixados por agroquímicos, bem como os danos causados ao meio ambiente e ao homem, a implementação de estratégias de MIP e de CBP tornam-se importantes alternativas para a agricultura no Brasil.

O MIP foi proposto pela primeira vez em 1939 e vem sendo discutido e aprimorado desde então, sendo definido como a agregação de diferentes técnicas e abordagens de manejo, baseadas em parâmetros ecológicos, econômicos e toxicológicos, que sejam compatíveis entre si, e utilizadas em conjunto para o controle populacional da praga em questão, mantendo-a abaixo dos níveis capazes de causar perdas econômicas (WAQUIL, 2002).

No morangueiro a primeira ação adotada como base para o MIP é o monitoramento periódico da lavoura, que pode ser realizado através de armadilhas e de inspeção visual, e que se faz fundamental para detectar pragas em estágio inicial de instalação (ZAWADNEAK et al., 2018; BENATTO et al., 2021). Após a detecção da praga na cultura e de possíveis inimigos naturais são tomadas então decisões estratégicas de controle, priorizando métodos culturais, físicos e biológicos e, apenas como última alternativa, o controle químico (ZAWADNEAK et al., 2018). O nível da infestação deve ser levado em consideração durante a decisão de aplicar ou não o defensivo químico, lembrando sempre de que seu uso pode implicar em um maior custo de produção, risco de intoxicação e contaminação do meio ambiente (ZAWADNEAK et al., 2020). Por isso, a adoção acertada de estratégias de MIP leva à produção de um morango de maior qualidade, mais seguro e competitivo (ZAWADNEAK et al., 2018).

Dentre todas as estratégias usadas dentro do MIP, o controle biológico de pragas (CBP) destaca-se por sua alta efetividade e aplicabilidade aos mais variados tipos de pragas, bem como por ser altamente seguro à saúde e ao meio ambiente (RUSCH, BOMMARCO e ECKBOM, 2016; PARRA, 2019). Este método consiste na utilização de um organismo para o controle da população de outro organismo e é amplamente utilizado para o controle de pragas, visando a diminuição de sua densidade populacional e a redução da capacidade de causar danos (EILENBERG e LOMER, 2001; VAN LENTEREN, 2012; PARRA E JUNIOR, 2019). Como estratégia, CBP é frequentemente utilizado quando espécies exóticas se

estabelecem em novas áreas e, por não possuírem inimigos naturais, acabam atingindo alta densidade populacional. A introdução de agentes de biocontrole pode então regular o desenvolvimento da praga emergente (HAJEK e DELALIBERA JR, 2010). Neste contexto, CBP é a única solução duradoura capaz de reduzir os danos causados por pestes e patógenos (MYRES e CORY, 2017; PARRA, 2019), bem como apresenta inúmeras vantagens ambientais como a manutenção da diversidade biológica, e à saúde do consumidor e do trabalhador, por não apresentar toxicidade (RUSCH, BOMMARCO e ECKBOM, 2016). Outra vantagem é sua alta especificidade pela praga alvo, atuando sem interferir no desenvolvimento da população benéfica para a planta e antagonica à praga. Os agrotóxicos sintéticos, por sua vez, podem afetar organismos não-alvo, podendo agravar pragas antes consideradas secundárias (BALE, VAN LENTEREN e BIGLER, 2008). Além disso seu custo de desenvolvimento representa 1% do valor gasto com o desenvolvimento de sintéticos (VAN LENTEREN, 2012; MYERS e CORY, 2017).

Assim sendo, a adoção de estratégias de MIP e CBP são as melhores escolhas tanto para o controle populacional de pragas como para manter a segurança do consumidor e do meio ambiente.

2.2 INCIDÊNCIA DE *Duponchelia fovealis* NO MORANGUEIRO

Dentre as pragas do morangueiro destaca-se a mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) por sua grande dificuldade de controle (STOCKS e HODGES, 2012). No Brasil, ela foi detectada pela primeira vez em morangueiro pela equipe do Grupo Técnico da Produção Integrada do Morangueiro (PIMo), em 2008 no município de São José dos Pinhais, e sua identificação ocorreu efetivamente em 2010, quando foi descrita como uma praga exótica capaz de atuar sobre todas as partes da planta, como coroa, folhas, flores e frutos do morangueiro e causando imensas perdas econômicas (ZAWADNEAK et al., 2011; 2016).

As lagartas dessa espécie são polípagas, ou seja podem atacar outras plantações, como pimenta (*Capsicum annuum*), beterraba (*Beta vulgaris*), manjerição (*Ocimum basilicum*), amora (*Rubus fruticosus*), tomate (*Solanum lycopersicum*), milho (*Zea mays*), morango (*Fragaria x ananassa*), e também plantas ornamentais como azaleia (*Rhododendron spp.*), begônia (*Begonia spp.*) e orquídea (*Phalaenopsis spp.*) (BRAMBILA e STOCKS, 2010; STOCKS e HODGES, 2012; ZAWADNEAK, VIDAL e SANTOS, 2015), totalizando cerca de 73 espécies de plantas (ZAWADNEAK, VIDAL e SANTOS, 2015). As plantas atacadas por *D. fovealis* apresentam folhas manchadas, com furos, murchas e embranquecidas. Quando há infestação severa, as plantas ficam enfraquecidas, havendo diminuição da produtividade e podendo ocorrer a morte precoce da planta. Esta praga possuiu alto potencial de injurias devido à presença de lagartas ao longo de todo o ciclo da cultura, bem como seu hábito críptico que dificulta o alcance de agrotóxicos (BRAMBILA e STOCKS, 2010; ZAWADNEAK et al., 2016). Além disso, a ausência de produtos para seu controle no Brasil, agrava ainda mais o uso indiscriminado de agroquímicos nesta cultura.

2.3 MANEJO DE *Duponchelia fovealis* EM MORANGUEIRO

Por ser uma praga exótica, não existe método de controle validado para as condições brasileiras até o presente momento (ZAWADNEAK et al., 2018), entretanto recomenda-se realização de uma validação visual inicial, visando a detecção da praga na cultura, além de que armadilhas luminosas e lâmpadas fluorescentes podem ser utilizadas para capturar o inseto adulto. Além disso, recomenda-se realizar a manutenção da limpeza da cultura, como retirada de folhas secas, frutos danificados e mudas mortas pelo ataque da praga, visando a retirada do foco da mesma (ZAWADNEAK, SCHUBER e MÓGOR, 2018). Nesta sessão apresentamos alguns dos mais recentes trabalhos que estudam as diferentes metodologias de controle de insetos, aplicados no controle de *D. fovealis*.

2.3.1 Controle químico

Lagartas de *D. fovealis* possuem algumas características que podem dificultar seu controle por inseticidas de contato, como seu hábito de permanecer na parte basal do morangueiro (BRAMBILA e STOCKS, 2010; ZAWADNEAK et al., 2016). No Brasil não existe registro de inseticidas químicos (BRASIL - AGROFIT, 2021), entretanto estudos aparentam ser promissores quanto a efetividade de alguns defensores químicos. É o caso do trabalho publicado por Santos e colaboradores (2019), no qual os autores estudaram 12 defensivos de diferentes grupos químicos e de distintos modos de ação. O grupo verificou que 3 defensivos (clorfenapir, lambda-cialotrina + clorraniliprole e indoxacarbe) demonstraram ação satisfatória no controle de lagartas de 2º instar de *D. fovealis*, com mortalidades de 70%, 80% e 100%, respectivamente. O inseticida indoxacarbe foi o que apresentou maior toxicidade (LC50 0.08 mg a.i./L), 800 vezes maior do que o menos tóxico (clorfenapir - LC50 64 mg a.i./L). Dos ingredientes ativos estudados, apenas o clorfenapir é aprovado para uso na cultura do morango, entretanto esta permissão não se estende à *D. fovealis*. Desta forma, apesar de aparentemente promissores, os inseticidas indoxacarb, clorfenapir e lambda-cialotrina + clorraniliprole precisam ter sua eficácia validada em campo e, em caso de comprovação de sua ação, seu uso deve ser liberado junto ao Ministério de Agricultura.

Outros dois estudos realizados nos estados unidos avaliaram o uso de defensivos químicos contra *D. fovealis*. Mey e Bethke (2011) avaliaram a ação de 6 diferentes produtos aplicados através de rega e spray. O produto que obteve melhor ação contra a lagarta foi o orthene, aplicado por spray, que apresentou mortalidade de 60% no primeiro dia após a aplicação. Ao quarto dia de experimento a mortalidade subiu para 92% com o uso de orthene spray e 82% orthene rega, seguido por F7954 (abamectina + bifentrina) com 64% de mortalidade e Proclaim + Dynamic com 55%. Dos três produtos que apresentaram melhor resultado, orthene possui aprovação para uso no Brasil, entretanto não para a cultura do morango, da mesma forma que proclaim e a bifentrina. A abamectina, por sua vez é autorizada para uso no morango, porém não existe produto formulado entre abamectina e bifentrina aprovado no Brasil (BRASIL - AGROFIT, 2021). No estudo de Frank e Nagle (2021) foram avaliados quatro inseticidas comerciais: permetrina, Acelepryn® (clorraniliprole), Sarisa®

(cycilaniliprole) e Pradia® (cycilaniliprole e flonicamida). Destes, com exceção da permetrina, todos apresentaram mortalidade de 100% após o sétimo dia de estudo. Dos ingredientes estudados, clorfaniliprole e flonicamida são aprovados no Brasil, mas não para uso em morango ou contra *D. fovealis* (Figura 3).

De todos os ingredientes ativos avaliados nos diferentes estudos, pudemos observar que apenas dois (clorfenapir e abamectina) são autorizados para uso em morangueiro. Assim sendo, novos estudos de eficácia em diferentes concentrações bem como de eficácia em lavoura são necessários para aprofundar melhor as diferentes opções, bem como para uma melhor avaliação da sua real efetividade contra *D. fovealis*.

Nome Comum	Grupo Químico	Classe
Abamectina	Avermectina	Acaricida/Inseticida
Aflaciprino	Azadiractina	Inseticida
Acetamiprino	Neonicotinoide	Inseticida
Azadiractina	Terpenoide	Inseticida
Bifenox	fenilpiridil	Inseticida
Boscalida	fenilpiridil	Inseticida
Fenoxipiridato	fenilpiridil	Inseticida
Fenpropiato	fenilpiridil	Inseticida
Fenvalerato	fenilpiridil	Inseticida
Imidacloprido	Neonicotinoide	Inseticida
Metilfenpirat	Neonicotinoide	Inseticida
Spiromesifen	fenilpiridil	Inseticida
Spirotetramato	fenilpiridil	Inseticida
Tiametoxam	Neonicotinoide	Inseticida

Figura 3. Ingredientes ativos aprovados para uso na cultura do morangueiro. Fonte: AGROFIT (2021).

2.3.2 Inimigos naturais

Diversos inimigos naturais vêm sendo estudados ao longo dos anos para controle de *D. fovealis*. O controle biológico natural desta praga também já foi observado em campo. No Brasil, o grupo de Zawadneak (2016), observou lagartas parasitadas por insetos do gênero *Apanteles* (Hymenoptera: Braconidae), além de ovos predados por ninfas e adultos de *Hyaliodocoris insignis* Stal. (Heteroptera: Miridae).

A utilização de ácaros e besouro parece ser promissora no controle desta praga, conforme demonstrado por Messelink e Wensveen (2003). Eles avaliaram duas espécies de ácaros predadores: *Hypoaspis miles* Berlese e *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acari: Laelapidae), e adultos do besouro *Atheta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphiloinidae), também conhecida como *Dalotia coriaria*, contra ovos e lagartas de *D. fovealis*. Ambos ácaros e besouro demonstraram altas taxas de controle de ovos, sendo que *H. miles* foi superior que *H. aculeifer* (99% e 92% respectivamente). *A. coriaria* predou 50 – 80% dos ovos e 64% de lagartas de primeiro instar. Na Europa e nos estados unidos, estes três agentes de biocontrole já são produzidos e comercializados para controle de *D. fovealis*, além também de três espécies de *Trichogramma* *T. evanescens*, *T. cacoeciae* e *T. brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (STOCK E HODGES, 2010; BRAMBILA E STOCKS, 2010). Desta forma a utilização destes insetos representa também uma alternativa para aplicação em campo para controle de *D. fovealis* no Brasil. Santos (2014), por sua vez, demonstrou a eficácia do inseto *Cortesia flavipes* Cam. (Hymenoptera: Braconidae) em parasitar lagartas de terceiro instar de *D. fovealis*. A autora observou taxa de parasitismo satisfatória (52%), entretanto as taxas de desenvolvimento para pupas (11%/lagarta) e

emergência em adultos (2.8%) não foram suficientes, demonstrando que *C. flavipes* não está adaptada para o parasitismo de *D. fovealis*.

Em um estudo conduzido por Paes e colaboradores (2018a, b), insetos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foram avaliados por seu potencial de parasitismo em ovos de *D. fovealis* em diferentes estágios de maturação. Duas linhagens, Tp18 (*T. pretiosum*) e TG (*T. galloi*), apresentaram taxa de parasitismo promissora de 50% e 90% respectivamente. O grupo também observou que *T. pretiosum* foi capaz de parasitar ovos em todos os estágios de maturação, enquanto *T. galloi* demonstrou preferência por ovos mais jovens. Apesar disso, a idade dos ovos não interferiu na taxa de emergência de adultos, no número de indivíduos emergentes por ovo nem na proporção de machos e fêmeas, demonstrando assim o alto potencial de controle do gênero *Trichogramma* para controle desta praga. Em outro estudo com as mesmas espécies de *Trichogramma* (*T. pretiosum* e *T. galloi*), Pirovani e colaboradores (2017) avaliaram a densidade ideal de parasitoides a serem liberados em campo, para controle de *D. fovealis* em morangueiro. No estudo foram liberadas fêmeas das duas espécies de *Trichogramma* em diferentes taxas: 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 e 1:128 ovo de *D. fovealis*:parasitoide. O grupo constatou que a densidade ideal de liberação de fêmeas, para promover um bom controle de *D. fovealis* em campo, fica entre 4 e 8 parasitoides/ovo, o que se pode considerar uma quantidade razoavelmente baixa, quando comparado ao parasitismo em outras espécies de pragas.

Para utilização dos diferentes inimigos naturais em uma estratégia de MIP, faz-se necessária avaliar a compatibilidade entre os diferentes tipos de tratamento a ser aplicado no campo. Abordagens como essa foram demonstradas no estudo de Rodrigues e colaboradores (2017), que avaliaram a compatibilidade de seis inseticidas reguladores de crescimento com três espécies de *Trichogramma* e seu efeito sobre o parasitismo em ovos de *D. fovealis*. O grupo demonstrou que a espécie mais resistente, ou seja, que apresentou menor redução no parasitismo dos ovos, foi *T. exiguum*, com menor parasitismo em ovos tratados com Pyroxyfen (22% dos ovos parasitados contra 61% do controle) e maior parasitismo em ovos tratados com o inseticida botânico azadiractina (48%). No caso de *T. galloi* o inseticida de maior impacto foi lufenuron, que reduziu o parasitismo para 8%, frente a 63% do controle, e o de menor impacto foi methoxifenoazida, onde não houve diferença significativa no parasitismo (71%). Por fim, em *T. atopovirilia* o inseticida botânico azadiractina foi que apresentou maior impacto (15% dos ovos parasitados contra 74% do controle) e diflubenzuron com menor impacto (65%).

Levando em consideração dois possíveis predadores naturais de *D. fovealis*, Araujo e colaboradores (2020a) avaliaram a compatibilidade entre *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) com três linhagens de *Beauveria bassiana* (dois isolados e Bovemax®) e um produto comercial a base de *Metarhizium anisopliae* (Methamax®). O estudo demonstrou que *P. nigrispinus* é sensível aos tratamentos a base de fungos

entomopatogênicos, aplicados diretamente no inseto, sendo que Bovemax® e Methamax® demonstraram mortalidade acima de 80%.

A aplicação dos tratamentos sobre as lagartas que foram oferecidas como alimentação, não reduziu a taxa alimentar de nenhum dos insetos. Além disso, diferentes linhagens de *B. bassiana*, bem como de Bovemax® e Methamax®, não apresentaram ação deletéria na taxa de parasitismo em ovos de *D. fovealis* por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, nem redução nas taxas de emergência de adultos e longevidade em números significativos (menos de 30%) (ARAUJO et al., 2020b). Esse tipo de estudo, é de extrema importância para a utilização comercial do inimigo natural em estratégias de MIP, uma vez que diferentes produtos serão aplicados no campo e, eventualmente, irão entrar em contato um com o outro, podendo então invalidar as ações de controle.

2.3.3 Controle Microbiológico

O controle microbiológico de insetos é amplamente utilizado no MIP e os principais microrganismos utilizados na pesquisa para manejo de *D. fovealis* são bactérias da espécie *Bacillus thuringiensis* (Bt) e fungos entomopatogênicos.

Bacillus thuringiensis produz cristais proteicos tóxicos quando ingeridos por insetos e são amplamente utilizados para controle de dípteros, ortópteros, himenópteros e principalmente contra lepidópteros (AZEVEDO, 1998, PARRA, 2019). A ação de Bt contra *D. fovealis* foi investigada por Benicá e colaboradores (2017), onde foram utilizados dois produtos comerciais Agree® e Dipel WP® em todos os estágios larvais da praga. Para ambos os produtos, as taxas de mortalidade foram altas nos primeiros estágios de desenvolvimento (Agree® - 100% e Dipel WP® - 76%), nos estágios posteriores Agree® manteve sua virulência alta (2º instar - 94%, 3º instar 91%) e apenas no 4º instar a virulência caiu para 55%. Dipel WP®, todavia, teve sua eficácia reduzida à medida que a lagarta se desenvolveu (2º instar - 60%, 3º instar - 31% e 4º instar - 19%). O uso de produtos formulados a base de Bt é recomendado em lagartas em estágio inicial de desenvolvimento (BETHKE E MEY, 2010) e seu uso contra *D. fovealis* é regulamentado na Europa e nos Estados Unidos (BRAMBILA E STOCKS, 2010; STOCKS E HODGES, 2010).

Outro grupo de micro-organismos que tem sido utilizado no controle de pragas são os fungos entomopatogênicos. Entre os gêneros mais utilizados no controle biológico encontram-se *Trichoderma harzianum*, *Beauveria bassiana* e o *Metarhizium anisopliae* (PARRA, 2019).

Estudos conduzidos no Brasil demonstram que a utilização de fungos dos gêneros *Beauveria* e *Isaria* apresenta alta patogenicidade contra *D. fovealis*. Em um estudo preliminar os pesquisadores demonstraram que, dentre 20 isolados de diferentes gêneros de fungos entomopatogênicos testados, dois isolados, sendo um de *B. bassiana* e um de *I. javanica*, foram os que apresentaram maior mortalidade em *D. fovealis* (CL50 de 2.33 x 10⁶ e 9.69 x 10⁵ esporos.ml⁻¹ respectivamente). Além disso, foram conduzidos estudos em casa de vegetação, apresentando uma mortalidade de 45% com o uso de *I. javanica* e 52% com *B. bassiana*, demonstrando seu

potencial uso para controle desta praga (AMATUZZI et al., 2018a). No mesmo ano Poitevin e colaboradores (2018) isolaram diferentes espécies fúngicas de insetos infectados em cultivo de morango, como *Fusarium spp.*, *Trichoderma atroviridae*, *T. harzianum*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor nidicola* e *B. bassiana*. Após testar todos os fungos contra lagartas de *D. fovealis*, os pesquisadores constataram que apenas os isolados da espécie *B. bassiana* eram capazes de matar as lagartas. Duas linhagens foram selecionadas como as mais promissoras e, quando testadas frente a formulados comerciais (Bovemax® e Methamax®), apresentaram uma taxa de mortalidade similar aos mesmos (entre 70 - 80%), entrando para a lista dos fungos em potencial para uso no manejo de *D. fovealis*. Outras espécies como *Diaporthe endophytica* e *Purpureocillium lilacinus*, isolados como endofíticos de folhas de morango, também apresentaram excelente efetividade inseticida contra lagartas de *D. fovealis*, com mortalidades entre 61% e 88% respectivamente (AMATUZZI et al., 2018b).

Um estudo recente mostrou que o uso combinado de diferentes linhagens de *B. bassiana* é capaz de aumentar em até 17% a mortalidade de *D. fovealis* quando comparado ao uso dos fungos isoladamente, explanando ainda mais o uso de fungos para o controle desta praga (STUART et al., 2020). Desta forma, através da condução de diversos estudos, o uso de fungos entomopatogênicos vem apresentando grande significância como alternativa para o manejo de *D. fovealis*.

Nematoides entomopatogênicos também vem sendo estudados para o controle desta praga. Pirovani (2017) avaliou o potencial patogênico da linhagem comercial de *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) Koppert® contra os diferentes estágios de desenvolvimento de *D. fovealis* (ovos, lagartas, pré-pupa e pupa) e observaram que lagartas de 4º instar e pré-pupa são altamente suscetíveis à *S. carpocapsae*, com CL50 de 71,4 e 75,4 juvenis infectantes (JIs)/inseto, para lagartas e pré-pupas, respectivamente. Podendo chegar a 100% de mortalidade na concentração de 400 JIs/inseto. O uso de nematoides como *Heterorhabditis bacteriophora* e *Steinernema spp.* (Nematoda: Rhabditida) á regulamentado e indicado para controle de *D. fovealis* em morangueiros na Europa (STOCK E HODGES, 2010; BONSIGNORE E VACANTE, 2013).

O uso de microrganismos no controle de pragas não é novidade e vem sendo empregado há mais de 50 anos no controle de pragas e doenças (AZEVEDO, 1998). Ao longo destes anos muitos produtos vêm sendo lançados e apresentam muito sucesso no MIP. Para a cultura do morango, não há produtos biológicos registrados e aprovados no Brasil, fazendo-se então necessária a submissão e aprovação junto ao órgão para uso no manejo de *D. fovealis*. Além disso, previamente à aprovação, estudos a nível de campo devem ser realizados para comprovar a eficácia destes organismos na lavoura.

2.3.4 Extratos vegetais e óleos essenciais

Como as demais alternativas para o controle de pragas, os óleos essenciais (O.E) demonstram ser promissores por seu potencial inseticida (TRIPATHI et al., 2009; ISMAN, 2000).

O potencial de óleos essenciais de gengibre (*Zingiber officinalis*), cravo (*Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), pitanga (*Eugenia brasiliensis*), limão siciliano (*Citrus limon*), laranja doce (*Citrus aurantium dulce*) e laranja amarga (*Citrus aurantium amara*) foi testado no controle de *D. fovealis* (ATAIDE, 2017). Todos os O.E.s foram testados a uma concentração e 2% (m/v). Os óleos mais promissores foram os de limão siciliano, laranja doce e gengibre, que acarretaram mortalidades de 100%, 100% e 98% respectivamente, em embriões. O O.E. de gengibre apresentou mortalidade de 98, 56 e 15% em lagartas de 1º, 2º e 3º instar, respectivamente, frente a 53% e 52% em lagartas de 1º instar, causada pelos óleos de limão siciliano e laranja doce. Os óleos de cravo, canela e pitanga apresentaram taxas de mortalidade inferiores (54%, 25% e 15% respectivamente) ao observado em gengibre, limão siciliano e laranja doce, em lagartas de 1º instar. De todos os óleos testados o de gengibre parece ser o mais eficaz, por causar mortalidades altas em diferentes estágios de maturação de *D. fovealis*.

Em outro estudo, Salomão (2014) avaliou a ação inseticida de extratos vegetais de alho (*Allium sativum*) e fumo (*Nicotina tabacum*). Os extratos foram aplicados a uma concentração de 10% (m/v) sobre os diferentes estágios de maturação de *D. fovealis*. O extrato mais promissor foi o de fumo, por apresentar 98% de mortalidade em lagartas de 1º instar e 87% em lagartas de 2º instar, contra 35% e 15%, respectivamente, do extrato de alho. Os resultados apontam que o extrato de fumo pode constituir uma alternativa viável para compor estratégias de manejo de *D. fovealis*.

Estudos utilizando componentes botânicos não são tão comuns quanto aqueles utilizando microrganismos entomopatogênicos, por exemplo, entretanto, estes componentes podem ser tão promissores quanto as demais formas de controle, quando compõem uma estratégia de manejo integrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Face a todos os estudos apresentados nesta revisão observou-se que muitos métodos vêm apresentando alta eficácia no controle de *D. fovealis* em laboratório, entretanto ainda são necessários estudos que levem estes agentes para a lavoura, para validar sua efetividade na cultura do morango. Apesar disso, estratégias de MIP, onde associam-se diferentes ferramentas de controle, parecem ser promissoras, uma vez que cada um dos métodos utilizados cobrem uma lacuna no controle desta praga.

REFERÊNCIAS

ALVIN A.; MILLER, K.I.; NEILAN B. A. Exploring the potential of endophytes from medicinal plants as sources of antimycobacterial compounds. **Microbiological Research**, v. 169, p. 483-495, 2014.

AMATUZZI, R.F.; POITEVIN, C.G.; POLTRONIERI, A.S.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Susceptibility of *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) to Soil-Borne Entomopathogenic Fungi. **Insects**, v.9, n. 2, p. 70, 2018a.

AMATUZZI, R.F.; CARDOSO, N.; POLTRONIERI, A.S.; POITEVIN, C.G.; DALZOTO, P.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Potential of endophytic fungi as biocontrol agents of *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae). **Brazilian Journal of Biology**, v.78, n. 3, p. 429-435, 2018b

ANTUNES, L.E.C.; BONOW, S.; JUNIOR, C.R. Morango: crescimento constante em área de produção. **Anuário HF 2020 - Campo e Negócios**, p. 88-92, 2020.

ANTUNES, L.E.C.; JUNIOR, C.R. Fragoli, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. **Frutticoltura**. v. 69, p. 60-65, 2007.

ARAUJO, E.S.; BENATTO, A.; RIZZATO, F.B.; POLTRONIERI, A.S.; POITEVIN, C.G.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Combining biocontrol agents with different mechanisms of action to control *Duponchelia fovealis*, an invasive pest in South America. **Crop Protection**, v. 134, p. 105184, 2020a.

ARAUJO, E.S.; POLTRONIERI, A.S.; POITEVIN, C.G.; MIRÁS-AVALOS, J.M.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Compatibility between entomopathogenic fungi and egg parasitoid (Trichogrammatidae): a laboratory study for their combined use to control *Duponchelia fovealis*. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 1-14, 2020b.

AZEVEDO, J.L. Controle microbiano de insetos-pragas e seu melhoramento genético. In: DE MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle Biológico**. Vol. 1. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 1998. 69-96.

BALE, J.S.; VAN LENTEREN J.C.; BIGLER F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transaction of The Royal Society B**, v. 363, p. 761-776, 2008.

BARDET, A. **Main phytosanitary problems on strawberry in France**. COST863 WG2 and WG3 Joint SGM, Plant health in changing environment. MTT Agrifood Research, Jokioinen, Finland, 2008.

BENATTO, A.; SOUZA, M.T.; SOUZA, M.T.; MÓGOR, A.F.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Sampling methods and meteorological factors on pests and beneficial organisms in strawberries. **EntomoBrasilis**, v. 14, e926, 2021.

BENICÁ, P. C.; ATAIDE, J. O.; FRAGOSO, D F. M.; PRATISSOLI, D. Controle da lagarta do morangueiro pelo bioinseticida Bacillus Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCA/UFES-SEAGRO, 28º, 2017, Alegre. **Anais...** Alegre: UFES – SEAGRO, 2017, p. 1-4.

BETHKE, J.A.; VANDER MEY, B. Pest alert: *Duponchelia fovealis*. **University of California Cooperative Extension San Diego**. San Diego, 2010.

BONSIGNORE, C.P.; VACANTE, V. *Duponchelia fovealis* (Zeller). A new emergency for Strawberry? **Protezione delle colture**, v. 3, p. 40-43, 2010.

- BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European pepper moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean pest moth discovered in central Florida. **FDACS - Division of Plant Industry**, Florida, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos e alimentos**. 2016. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos> > Consultado em: 05 de jun de 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes da Área Vegetal, 2019**. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pncrc-vegetal/arquivos/21-portaria-no-267-de-11-de-dezembro-de-2019-publicacao-de-resultados-2015-a-2018.pdf> >. Consultado em: 07 Jun 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - **Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins (AGROFIT)**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Consultado em: 15 mai 2021
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_poppopulac_expostas_agrotoxicos.pdf>. Consultado em: 05 jun 2021
- CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International). Selected sections for: *Duponchelia fovealis* (southern European marshland pyralid). **Crop Protection Compendium**. Invasive species compendium (Beta). Disponível em: < <https://www.cabi.org/what-we-do/invasive-species/> > Consultado em: 02 jun 2021.
- CARVALHO, S.P. Histórico e evolução da cultura do morangueiro no Brasil nos últimos 50 anos. **Revista de Horticultura Brasileira**, Viçosa, v. 29, n. 2, CD-ROM, 2011
- CRUZ-ESTEBAN, S.; ROJAS, J.C. Pheromone-Baited traps confirm the presence of *Duponchelia fovealis* in strawberry crops in Mexico. **Southwestern Entomologist**, v. 46, n. 2, p. 533-536, 2021.
- EFIL, L.; ÖZGÜR, O.; EFIL, F. A new pest, *Duponchelia fovealis* Zeller, on strawberries in Turkey: damage, distribution and parasitoid. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 2, p. 328-334, 2014
- EILENBERG, J.A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **Biological Control**, v. 46, p. 387-400, 2001.
- FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 109-120, 2011.
- FRANK, S.D.; NAGLE, A.M. Impact of selected insecticides against *European pepper* moth larvae infesting poinsettia, 2021. **Arthropod Management Tests**, v. 46, n. 1, p. tsab104, 2021.
- GONÇALVES, R.B.; OLIVEIRA, M.C.H.; BACH, R.P.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Estratégias sustentáveis e ambientalmente seguras no controle de *Duponchelia fovealis* sob a ótica da bibliometria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, SAÚDE E TERRITÓRIO, VI, 2021, Lages. **Anais...** Lages: Uniplac, 2021.
- HAJEK, A.E.; DELALIBERA JR, I. Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. **Biological Control**, v. 55, p. 147-158, 2010.
- ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection**, v. 19, n. 8, p.603-608, 2000.
- MADAIL, J.C.M. Panorama econômico. pp 15-33. IN: ANTUNES, L.E.C.; REISSER JÚNIOR, J.; SCHWENGBER, J.E. (Eds.). **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 589 p.
- MESSELINK, G.; WENSWEEN, W.V. Biocontrol of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Pyralidae) with soil-dwelling predators in potted plants. **Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v. 68, n. 4Pt. A, p. 159-165, 2003.
- MEY, B.V.; BETHKE, J.A. Efficacy of selected insecticides against the European pepper moth, *Duponchelia fovealis*, on verbena grown outdoors, 2010. **Arthropod Management Tests**, v. 36, n. 1, p. G. 22, 2011.
- MYERS, J.H.; CORY, J.S. **Biological control agents: invasive species or valuable solutions?** In: Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services. Springer International Publishing, p. 191-202. 2017.
- OSHITA, D.; JARDIM, I.C.S.F. Morango: Uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna. **Journal of Chromatographic Science**, v. 4, n. 1, p. 52-76, 2012.
- PAES, J.P.P.; LIMA, V.L.S.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J.R.; BUENO, R.C.O.F. Selection of parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and parasitism at different egg ages of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 40, p. e-42216-s42216, 2018a.
- PAES, J.P.P.; LIMA, V.L.S.; CARVALHO, J.R.; PRATISSOLI, D. Functional responses of two egg parasitoids of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) genre on *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) eggs. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 20, n. 6, p. 1-7, 2018b.

- PARANÁ - SEAB. Secretaria de Agricultura e do Abastecimento. **Produção de Morango se destaca na região de Curitiba e cresce no Paraná.** 2021. Disponível em < <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Producao-de-morango-se-destaca-na-regiao-de-Curitiba-e-cresce-no-Parana#>>. Consultado em: Jun de 2021.
- PARABÁ - SEAB. Secretaria de Agricultura e do Abastecimento. **DERAL –PROGNÓSTICO FRUTICULTURA - 2019.** Disponível em < <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Fruticultura-48> >. Consultado em: Jun de 2021.
- PARANÁ - SESA. Secretaria de Saúde do Estado do Paraná. **Plano de vigilância e atenção à saúde de populações expostas aos agrotóxicos do Estado do Paraná.** 2019. Disponível em: <<http://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Saude-e-agrotoxicos>>. Consultado em 07 jun 2021.
- PARRA, J.R.P. Controle Biológico na agricultura Brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, ec01002, 2019.
- PARRA, J.R.P.; JUNIOR, A.C. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, p. 5, 2019.
- PIROVANI, V.D. **Método de manejo para *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) na cultura do morangueiro.** 113f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2016.
- PIROVANI, V.D.; PRATISSOLI, D.; TIBÚRCIO, M.O.; CARVALHO, J.R.; DAMASCENA, A.P.; FARIA, L.V. *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* for the management of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) in strawberry plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Alegre, v. 52, n. 8, p. 690-693, 2017.
- POITEVIN, G.C.; PORSANI, M.V.; POLTRONIERI, A.S.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Fungi isolated from insects in strawberry crops act as potential biological control agents of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae). **Applied Entomology and Zoology**, Curitiba, v. 53(3), p. 323-331, 2018.
- RODRIGUES, R.; JARAS, L.I.; POLTRONIERI, A.S.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento e botânico no parasitismo de três espécies de *Trichogramma* em ovo de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). **Entomobrasilis**, v. 10, n. 1, p. 26-32, 2017.
- RUSCH, A.; BOMMARCO, R.; EKBOM, B. Conservation biological control in agricultural landscapes. **Advances in Botanical Research**, v. 81, p. 333-360, 2017.
- SALOMÃO, K.P.O.S. **Extratos vegetais e *Bacillus thuringiensis* visando o manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae).** 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.
- SANTOS, F.M. **Toxicidade de inseticidas para *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) e potencial parasitismo por *Cortesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae).** 61f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, 2014.
- SANTOS, F.M.; CARVALHO, J.R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, R.C.O.F.; PIROVANI, V.D.; RODRIGUES, H.S. Toxicity of insecticides in *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a new strawberry pest in Brazil under laboratory conditions. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 35, n. 5, p. 1-7, 2019.
- SOUZA, M.T.; ZAWADNEAK, M.A.C. Monitorando e aprendendo o manejo das pragas do morangueiro. **Campo & Negócios Hortifrutí**, v. 05, p. 58-61, 2018.
- STOCKS, S.D.; HODGES, A. **European pepper moth or Southern European marsh pyralid *Duponchelia fovealis* (Zeller),** 2012. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN91000.pdf>> Consultado em: 14 jun de 2021.
- STUART, A.K.C.; FURUIE, J.L.; ZAWADNEAK, M.A.C.; PIMENTEL, I.C. Increased mortality of the European Pepper Moth *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) using entomopathogenic fungi consortia. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 177, p.107503, 2020.
- TRIPATHI, A.K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P.R.A. Review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 1, n. 5, p.52-63, 2009.
- VAN LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Biological Control**, v. 57, p. 1-20, 2012.
- VANDENDRIESSCHE T.; KEULEMANS J.; GEERAERD A.; NICOLAI B.M.; HERTOOG M.L.A.T.M. Evaluation of fast volatile analysis for detection of *Botrytis cinerea* infections in strawberry. **Food Microbiology**, v. 36, n. 1, p. 406-414, 2012.
- WAQUIL, J.M. Manejo Integrado de pragas: revisão histórica e perspectivas. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002.
- ZAKER M. Antifungal evaluation of some plant extracts in controlling *Fusarium solani*, the causal agent of potato dry rot in vitro and in vivo. **International Journal of Agriculture and Biosciences**, v. 3, n. 4, p. 190-195, 2014
- ZAWADNEAK, M.A.C.; GONÇALVES, R.B.; KUHN, T.A.; ARAUJO, E.; DOLCI, E.; SANTOS, B.; SILVA, C.;

BENATTO, A.; VIDAL, H. Novo Desafio. **Cultivar HF** · agosto / setembro, p. 31-32, 2011.

ZAWADNEAK, M.A.C.; BOTTON, M.; SCHUBER, J.M.; SANTOS, B.; VIDAL, H. R.; BERNARDI, D. Pragas do morangueiro, In: ZAWADNEAK, M.A.C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, Á.F. (Eds.), **Como produzir morangos 2ª**. ed. Ed. UFPR, Curitiba, 296p, 2018.

ZAWADNEAK, M.A.C.; GONÇALVES, R.B.; PIMENTEL, I.C.; SCHUBER, J.M.; SANTOS, B., POLTRONIERI, A.S.; SOLIS, M A. First record of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) in South America. **Idesia**, V. 34, n. 3, p. 91–95, 2016.

ZAWADNEAK, M.A.C.; REINHART, V.; DA ROSA, J.M.; DE SOUZA, M.T.; DE SOUZA, M.T. Manejo integrado de pragas do morangueiro. **Caderno de Campo**. CURITIBA: SENAR AR/PR, 124p., 2020.

ZAWADNEAK, M.A.C.; VIDAL H.R.; SANTOS B. Lagarta-da-coroa, *Duponchelia fovealis* Zeller. In: Vilela, E. F., R. A Zucchi. (ed). **Pragas introduzidas no Brasil, insetos e ácaros**, FEALQ, Piracicaba, Brasil, 2015.