

**Bioecologia do bichado da macieira,
Cydia pomonella L.**

Ana Paula Rizzotto

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do
Grau de Mestre em Agroecologia*

Orientado por

Prof.º Dr.º Albino Antonio Bento

Prof.º Dr.º Américo Wagner Júnior

Bragança

2018

Ao meu Pai,
meu maior amor
e minha maior saudade.

RESUMO

O bichado da macieira, *Cydia pomonella* L. é a praga com maior importância económica para a cultura da macieira, *Malus domestica* Borkh. em todo o mundo. Quando não devidamente controlada, pode provocar prejuízos em até 80% da produção. A principal forma de controlo é o uso de inseticidas químicos, no entanto, essa alternativa pode ser prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente, além do inseto desenvolver resistência a um conjunto apreciável de moléculas químicas, aspeto que dificulta a estratégia de luta a adotar. Portanto, o desenvolvimento e implementação de estratégias alternativas de controlo do bichado da macieira, devem ter em consideração o comportamento da praga face as variações ambientais, bem como um conhecimento profundo da sua bioecologia e do funcionamento dos meios de luta. Neste contexto, o principal objetivo do estudo é compreender a bioecologia de *C. pomonella* em dois ambientes diferentes: pomar em Modo de Produção Integrado (PI) e, pomar sem Controlo Químico Recente. Para isso, foram considerados alguns aspetos importantes dos adultos de *C. pomonella*. Em primeiro lugar, foi estudado a biologia do bichado da macieira em relação às condições meteorológicas, além da abundância populacional da praga. Também foi avaliada a abundância e a diversidade dos inimigos naturais de *C. pomonella* nos dois ambientes. Isso permitiu compreender a influência do modo de produção na abundância e biodiversidade da entomofauna. Por fim, analisou-se a interação de adultos de *C. pomonella* com a vegetação, dentro e ao redor dos pomares, através do estudo da composição do pólen encontrado nos adultos. O primeiro estudo expressa baixos valores de *C. pomonella* no pomar em PI durante o ano agrícola estudado. O segundo estudo sugere que houve uma baixa taxa de inimigos naturais no pomar em PI, assim como baixos valores populacionais de *C. pomonella* quando comparados com os valores no pomar sem Controlo Químico Recente. O terceiro estudo, em relação a visita dos adultos à vegetação, mostra que estas não se restringem às plantas dentro dos pomares, mas também a vegetação envolvente. Os resultados obtidos, mostram que o controlo da praga depende do conhecimento do seu comportamento em relação ao ambiente. Neste sentido, o controlo de *C. pomonella* no PI tem grande importância para garantir alta produção e baixos custos económicos em respeito ao ambiente.

Palavras-chave: *Malus domestica*, Bichado da Macieira, PI, Inimigos Naturais.

ABSTRACT

*The codling moth, *Cydia pomonella* L. is the most economically important pest of apple, *Malus domestica* Borkh. orchards all over the world. When this pest is not managed, it can cause up to 80% of apple production loss. To control the codling moth, chemical insecticides are mostly used. However, chemical pest control can negatively impact human health and the environment, plus the fact of the resistance acquired for the insect on some chemical molecules along years. Therefore, the development of a feasible codling moth control method ought to regard the pest behavior according to the environmental variations in the field, its bioecology and control methods. The main objective of this study is to understand the bioecology of *C. pomonella* in two different environments, an orchard in Integrated Pest Management – IPM and an orchard without Recent Chemical Control. In order to achieve the objective, some main aspects of *C. pomonella* adults were considered. Firstly, the biology of the codling moth was studied according to meteorological data and the abundance of the pest in the studied orchards. Secondly, the abundance and diversity of natural enemies were observed. It allowed to understand how the control method influences the abundance and biodiversity of entomofauna. Lastly, the interaction of *C. pomonella* adults with the vegetation inside and around the orchards was studied through the analysis of the pollen composition found on the samples. The first study, depicting the results of abundance, presented a low rate of *C. pomonella* in the orchard under Integrated Pest Management during the studied agricultural year. The second study suggests low numbers of natural enemies during the evaluated periods as well as a low *C. pomonella* population in the orchard under IPM when compared to the values of the orchard without Recent Chemical Control. The third study, in relation to the adults' visit to the vegetation, shows that these visits were not only restricted to the plants inside the orchard, but also concerned the vegetation surrounding the studied area. In summary, the control of a pest depends on the knowledge of its behavior in relation to the environment. In this prospect, *C. pomonella* control in IPM has a great importance to guarantee a high production and low economic costs in regarding the environment in apple growth.*

Key-words: *Malus domestica*, Codling Moth, IPM, Natural Enemies.

ÍNDICE

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE QUADROS	xiii
CAPÍTULO 1 - Introdução.....	15
CAPÍTULO 2 - Revisão Bibliográfica	17
2.1 A Macieira, <i>Mallus domestica</i> Borkh. (Rosales: Rosaceae)	17
2.2 Principais Inimigos da Macieira	19
2.3 Bichado da Macieira <i>Cydia pomonella</i> L. (Lepidoptera: Tortricidae)	20
2.3.1 Sistemática e Morfologia.....	21
2.3.2 Distribuição Geográfica.....	22
2.3.3 Bioecologia e Comportamento	23
2.3.4 Sintomatologia.....	25
2.3.5 Estragos e Prejuízos.....	25
2.3.6 Fatores de Nocividade	25
2.4 Proteção Integrada contra <i>Cydia pomonella</i> L.	28
2.4.1 Avaliação da Indispensabilidade de Intervenção: Estimativa do Risco e Nível Económico de Ataque.....	29
2.4.2 Medidas de Proteção Indiretas ou Preventivas	30
2.4.3 Meios Diretos de Proteção.....	35
2.5 Estudo do Grão de Pólen e a Alimentação dos Adultos	43
CAPÍTULO 3 – Materiais e Métodos.....	45
3.1 Materiais	46
3.2 Métodos	48
3.3.1 Monitorização do Voo do Bichado da Macieira.....	48
3.3.2 Identificação de Inimigos Naturais	49
3.3.3 Inventário Florístico e Avaliação de Pólen.....	51
CAPÍTULO 4 - Resultados e Discussão	57
4.1 Monitorização do Voo do Bichado da Macieira.....	57
4.2 Identificação de Inimigos Naturais	62
4.3 Inventário Florístico e Avaliação do Pólen	65
CAPÍTULO 5 - Conclusões.....	69
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Exemplar de macieira <i>Malus domestica</i> e seus frutos.	17
Figura 02. Principais países produtores de maçã em 2016 e produções em milhões de toneladas.	18
Figura 03. Adultos capturados em armadilha tipo delta (a), larva e pupa de <i>Cydia pomonella</i> L. capturados em cinta-armadilha em papel canelado (b).	22
Figura 04. Representação esquemática da presença de <i>Cydia pomonella</i> L. no mundo.	22
Figura 05. Representação gráfica do ciclo biológico do bichado da macieira, <i>Cydia pomonella</i> L.	24
Figura 06. Prova de seleção de fungos entomopatogénicos de acordo com a mortalidade que produzem em larvas de <i>Cydia pomonella</i> L..	42
Figura 07. Macieira instalada no Pomar em Modo de Produção Integrada (a) e macieira instalada no Pomar sem Controlo Químico Recente (b).	45
Figura 08. Simulação da recolha dos adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. capturados em armadilha tipo delta.	48
Figura 09. Cinta-armadilha em papel canelado implantada na base do tronco de macieira (a) e simulação da retirada da cinta-armadilha em papel canelado (b).	50
Figura 10. Caixas em acrílico com cintas-armadilhas em papel canelado dispostas na câmara de crescimento com ambiente controlado.	51
Figura 11. Amostragem da cobertura vegetal dos pomares realizada durante o inventário florístico.	52
Figura 12. Armadilha tipo delta com feromona para <i>Cydia pomonella</i> L. montada em campo (a) e adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. presos na base da armadilha tipo delta (b).	53
Figura 13. Momento de maceração dos adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. durante processo acetolítico.	53
Figura 14. Tubos de micro-centrífuga de 1,5mL dispostos no agitador térmico (a) e disposição dos tubos de centrífuga de 1,5 mL na microcentrífuga (b).	54
Figura 15. Fotografia de pólen obtida através do software LAS Core.	55
Figura 16. Curva de voo da <i>Cydia pomonella</i> L. em ambos os pomares, temperatura média semanal e precipitação na Região de Carrazeda de Ansiães.	57
Figura 17. GAM binomial negativo para abundância de <i>Cydia pomonella</i> L.(contagens) durante o período de avaliação (dias Julianos) nos dois pomares em estudo.	60
Figura 18. Média acumulada dos adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. capturados em ambos os pomares.	61

Figura 19. Classificação e número de artrópodes capturados durante a primeira geração de <i>Cydia pomonella</i> L..	62
Figura 20. Classificação e número de artrópodes capturados durante a segunda geração de <i>Cydia pomonella</i> L..	63
Figura 21. Inventário florístico realizado em junho de 2017 em dois pomares na região de Carrazeda de Ansiães.....	65
Figura 22. Tipos polínicos dos grãos de pólen observados e suas ocorrências nos adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. em cada pomar estudado.....	66

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 01. Distribuição geográfica de <i>Cydia pomonella</i> L.....	23
Quadro 02. Somatório das temperaturas superiores a 10 °C nos postos biológicos da Estação de Aviso da Guarda, 2011.....	26
Quadro 03. Metodologia de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar em macieiras para <i>Cydia pomonella</i> L.	30
Quadro 04. Substâncias ativas e formulações autorizadas no controlo da <i>Cydia pomonella</i> L. em Proteção Integrada.....	35
Quadro 05. Difusores comerciais mais utilizados para a confusão sexual para <i>Cydia pomonella</i> L.....	37
Quadro 06. Datas de montagem e retirada da cinta-armadilha em papel canelado.....	49

CAPÍTULO 1 - Introdução

A macieira, *Malus domestica* Borkh, pertencente à família das rosáceas é uma fruteira típica de clima temperado com reduzida exigência em frio, com origem no Cáucaso, Oriente Médio e Leste da Ásia (Baker & Ripado, 1980; Bleicher, 2002). Possui mais de 7500 variedades e por isso pode ser cultivada em todos os continentes. Na questão nutricional, corresponde a uma das frutas mais completas por apresentar antioxidantes, vitaminas e sais minerais na sua composição (de Mello, 2006).

Na Europa foi introduzida através das migrações dos povos euro-asiáticos, desde a pré-história, onde se tornou espontânea, assim como no Irão e no nordeste da Índia (Fioravanço & dos Santos, 2013). Hoje em dia, segundo o relatório da Associação Mundial da Maçã e da Pera (WAPA, 2013) a Europa é uma das grandes responsáveis pelo mercado de maçãs, com destaque para Polónia, Itália e França que estão entre os 10 maiores produtores de maçã a nível mundial.

Portugal produziu cerca de 241.611 toneladas de maçã em 2016 de acordo com o relatório da FAO (2016), e apresenta como um dos principais obstáculos na produção, assim como nos demais lugares do mundo, o ataque de pragas e doenças, que prejudicam o desenvolvimento dos frutos e aumentam os custos de produção.

Dentro desse cenário, e com destaque internacional, o bichado da macieira, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) é considerada a praga-chave das pomoideas (Cattaneo *et al.*, 2017; Sauer *et al.*, 2017a; Sauer *et al.*, 2017b; Sigsgaard *et al.*, 2017). Os prejuízos causados pelo inseto referem-se à penetração da lagarta na fruta, que provoca galerias ao alimentar-se da polpa e das sementes, ocasionando a queda precoce e/ou a desvalorização comercial do fruto atacado (Kovaleski, 2004). Caso não seja controlada prontamente, os prejuízos podem atingir até 80% dos frutos em apenas um ano (Pasqualini, 2015).

Buscam-se várias formas de controlo de *C. pomonella*, principalmente através de intervenções químicas. Entretanto, a proteção integrada já é realidade em boa parte dos sistemas produtivos de frutas, já que procura conciliar alternativas sustentáveis de controlo menos agressivas ao meio ambiente, ao mesmo tempo que reduz a população do inseto-praga (Félix & Cavaco, 2008). Partindo desse princípio, é recomendável que antes do uso de qualquer forma de controlo, se tenha conhecimento prévio da bioecologia da praga, para que os objetivos sejam alcançados efetivamente.

A bioecologia do inseto inclui questões como atividade de voo, alimentação, relação com o ambiente assim como seus possíveis inimigos naturais. A atividade de voo está diretamente ligada à procura por alimento e oviposição, à busca por um local seguro para a deposição dos ovos e onde o inseto se possa desenvolver de forma adequada.

Com o presente estudo procurou-se compreender e comparar a bioecologia de *C. pomonella* em dois ambientes diferentes, sendo um em modo de produção integrada e o outro sem controle químico recente, nos últimos três anos. Essa análise foi obtida através do estudo da atividade de voo dos adultos de *C. pomonella*, bem como da sua abundância e diversidade de parasitoides, assim como sua importância na limitação da praga. Por outro lado, foi avaliado o impacto das técnicas culturais na abundância e diversidade de parasitoides. Por fim, foi determinada a vegetação visitada por adultos da praga através do estudo da composição polínica nos indivíduos e nas parcelas em estudo.

CAPÍTULO 2 - Revisão Bibliográfica

Nesse capítulo são apresentados temas a fim de contextualizar o estudo. Aqui serão discutidos assuntos norteadores que facilitarão a compreensão da magnitude da pesquisa, ressaltando a importância do tema, assim como trabalhos relacionados que expõem a necessidade de esforços constantes na área.

2.1 A Macieira, *Malus domestica* Borkh. (Rosales: Rosaceae)

A macieira (figura 01) pertence à ordem Rosales, família das Rosáceas e subfamília das pomoideas. Entre tantas macieiras em estado selvagem, a que hoje é cultivada a nível comercial é denominada cientificamente como *Malus domestica* Borkh desde 1803 (Nachtigall, 2004).



Figura 01. Exemplo de macieira *Malus domestica* e seus frutos.

A macieira é originária das regiões montanhosas do Cáucaso, Oriente Médio e Leste Asiático (Baker & Ripado, 1980; Bleicher, 2002). Entretanto é cultivada em todo o mundo (Nachtigall, 2004) mesmo sendo classificada como fruta típica de clima temperado (Saraiva, 2015).

É uma das frutas mais cultivadas no mundo, apresentando mais de 7500 variedades. Os principais países produtores de maçã no mundo são China, Estados Unidos e Polónia, como pode ser conferido na figura 02 (de Mello, 2006; FAO, 2016).

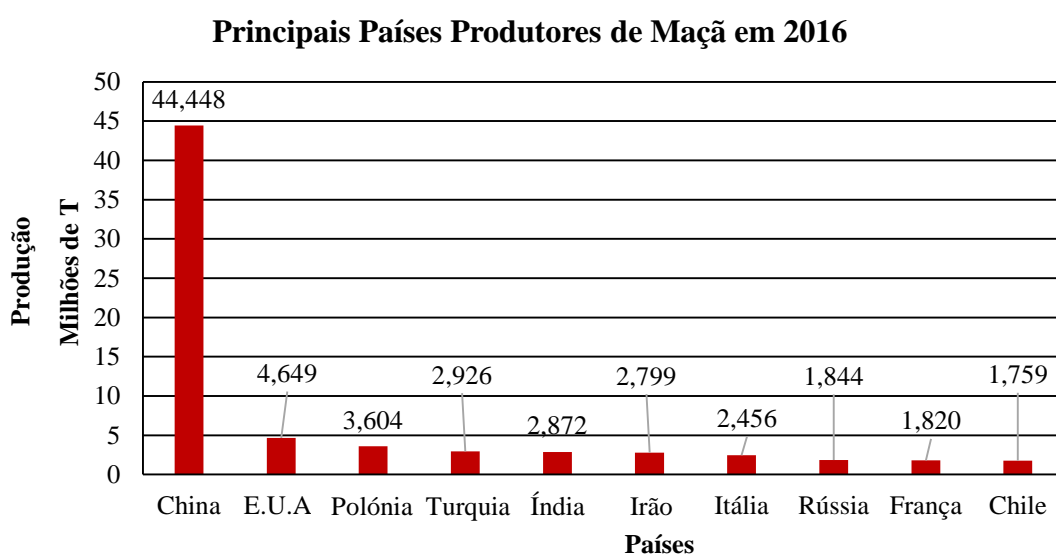


Figura 02. Principais países produtores de maçã em 2016 e produções em milhões de toneladas.

Fonte: FAO (2016).

O Brasil é considerado o 13º país com maior produção de maçãs, com mais de um milhão de toneladas produzidas em 2016 (FAO, 2016). A alta produção deve-se ao aumento no uso de variedades modernas, disponibilidade de terras, e preocupações com os fatores relacionados com a produtividade (Bittencourt *et al.*, 2011).

Em Portugal, a produção de maçã tem grande importância e encontra-se em expansão. O número de explorações que se dedicam ao cultivo dessa fruteira é crescente. Destacam-se como as principais regiões produtoras o Ribatejo, Trás-os-Montes, Beira Litoral e Beira Interior (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2007). Portugal é responsável por 2,5% da produção anual de maçãs da União Europeia (EU-25), sendo que em 2011 a produção total foi de aproximadamente 242.000 toneladas, com produtividade média próxima aos 13.700 kg/ha (Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares, 2013).

As principais variedades cultivadas em Portugal são a Golden Delicious, a Gala (Royal Gala), a Red Delicious/Starking, a Jonagold e Jonagored, a Reineta (Parda e Branca) e a Bravo de Esmolfe. Por outro lado, com menor área de cultivo tem-se a Riscadinha de Palmela, a Casa Nova, a Granny Smith e a Pink Lady (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2007).

A macieira, assim como as demais fruteiras, apresenta-se num cenário no qual se percebe o aumento da consciência mundial acerca da importância da qualidade de vida. Logo, a escolha por alimentos de alta qualidade, produzidos dentro de padrões que respeitam o uso adequado dos recursos naturais é algo que vem ganhando respaldo e necessita ser trabalhado com mais afinco (Embrapa, 2004).

A partir disso, estudar e aprimorar técnicas culturais que fortaleçam a produção sustentável é uma alternativa para garantir a segurança alimentar e a preservação do ambiente e da saúde humana. Para que isso se concretize, deve-se compreender toda a base da produção, em seus pormenores, para que sejam mitigadas possíveis fontes de erro.

2.2 Principais Inimigos da Macieira

De entre os inimigos da macieira têm destaque as doenças e as pragas. As doenças com maior importância são o fungo *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. agente causal da doença designada por pedrado da macieira, caracterizada por lesões de coloração esverdeada nas folhas, ramos novos, flores, pedúnculos e frutos (Boneti *et al.*, 2001; Coutinho, 2011a).

O fungo *Neonectria ditissima* (Tul. & C. Tul) Samuels & Rossman é agente causal da doença do cancro da macieira a qual apresenta como sintomas manchas com margens definidas de tons marrom-escuro nos ramos jovens contornando suas cicatrizes foliares, ou também nos centros de frutificação, podendo até estrangular os ramos afetados (Sanhueza, 1998).

O fungo *Erwinia amylovora* (Burrill 1882) Winslow *et al.* 1920 é conhecido por ser o agente causal da doença fogo bacteriano, a qual apresenta necroses de cor marrom e negra em gomos, ramos e frutos (Cruz, 2010). Também existe o fungo *Monilia fructigena* Pers., responsável pela doença moniliose, a qual tem como principal sintoma a podridão ou mumificação dos frutos (COTHN, 2011b).

O oídio da macieira é causada pelo fungo *Podosphaera leucotricha* (El. y Ev.) E. S. Salmón, e apresenta como principais sintomas manchas esbranquiçadas nas folhas

e órgãos florais (Melo *et al.*, 2005). Há ainda as podridões, que podem ocorrer no colo e nas raízes, causada pelo fungo *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt., (1886), ou pelo fungo *Armillaria mellea* (Vahl) P. Humm. (1871) (Kovaleski, 2004).

Além das doenças, há também a incidência de pragas como o aranhão vermelho, *Panonychus ulmi* Koch. (1836) e o aranhão amarelo, *Tetranychus urticae* Koch., ambos responsáveis pela queda prematura das folhas, refletindo na qualidade da produção e vigor do pomar (Costa, 2006; Ramos & Soares, 2014). A mosca do mediterrâneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann, ao atacar põe os ovos perfurando a casca dos frutos, logo, esses frutos acabam por cair (Coutinho, 2011b). Além do bichado da macieira, *Cydia pomonella* L., objecto do presente estudo é descrito em detalhe no ponto seguinte.

Há ainda pragas de menor importância como afídeos, ácaros, cochonilhas, larvas mineiras, pedrolho (*Polydrusus chrysomela*), pulgão-lanífero, traça oriental, tripes e zêuzera, as quais também merecem atenção, principalmente em pomares comerciais (Kovaleski, 2004).

2.3 Bichado da Macieira *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)

O bichado da macieira, *Cydia pomonella* L. pertence à família Tortricidae, que é uma das maiores famílias de borboletas, incluindo grande número de importantes pragas de árvores fruteiras (Brunner, 1993a) e leguminosas (Salinas-Castro *et al.*, 2014). É considerada a praga-chave dos pomares de macieiras, pereiras e nogueiras em todo o mundo desde sua primeira observação em 1635 (Barnes, 1991; Kührt *et al.*, 2006; Coutinho, 2011a; Miletić *et al.*, 2011; Reyes *et al.*, 2015; Kovanci, 2016).

Avaliada como espécie cosmopolita (Thaler *et al.*, 2008), acredita-se que seja nativa do Sudeste da Europa e Sudoeste da Ásia, local de origem também da macieira, sua principal planta hospedeira (Shel'Deshova, 1967; Chapman, 1973).

Atualmente, devido à resistência aos inseticidas e mudanças climáticas, observa-se crescente dificuldade no seu combate (Reyes *et al.*, 2004; Lethmayer *et al.*, 2009), o qual é principalmente baseado em pulverizações regulares de inseticidas sintéticos. Em menores proporções opta-se pela luta biotécnica através da técnica da confusão sexual ou ainda pelo uso da luta biológica com recurso a bioinseticidas a base de granulovírus (Witzgall *et al.*, 2008, Weddle *et al.*, 2009, Torres *et al.*, 2016). Entretanto, deve-se ressaltar que para obter bons resultados no combate ao bichado são necessárias informações detalhadas sobre a estrutura e dinâmica das populações da praga,

principalmente sobre sua dispersão e migração a nível local e regional (Espinoza *et al.*, 2007).

Caso não haja controlo da praga, ou este seja mal efetuado, os prejuízos podem atingir grandes proporções da produção do pomar, ocasionando prejuízos enormes (Coutinho, 2011a).

2.3.1 Sistemática e Morfologia

O primeiro registo de *C. pomonella* ocorreu em 1635, pelo holandês Jean Goedaert, o qual a registou como *Tortrix pomonella* L. (Kovaleski *et al.*, 2015). Entretanto, apenas no século XVIII o inseto foi classificado no género *Carpocapsa*, e em seguida no género *Cydia* (Kovaleski *et al.*, 2015), apresentando como sinónimas *Phalaena (Tortrix) pomonella* Linnaeus, 1758, *Phalaena (Tortrix) aeneana* Villers, 1789, *Carpocapsa splendana* Rebel, 1941, *Pyralis pomana* Fabricius, 1775, *Tortrix pomonana* Denis & Schiffermuller, 1775, *Cydia pomonella simpsonii* Busck, 1903, *Carpocapsa pomonella* Linnaeus, 1918 e *Laspeyresia pomonella* Linnaeus, 1974.

O bichado da macieira apresenta poucos hospedeiros, e também não é classificado como inseto polígafos, ou seja, sua alimentação é suprida principalmente pelo consumo do fruto das pomoideas (Scomparin, 2009). Ele caracteriza-se como um inseto holometábolo, pois seu ciclo de vida é marcado por vários estádios de desenvolvimento, nomeadamente: ovo, larva, pupa e adulto (Moreda, 2013). Os adultos do bichado (figura 03a) são borboletas que podem chegar até 21 mm de envergadura e entre 10 e 12 mm de comprimento. Apresentam coloração acinzentada, com uma mancha circular escura rodeada de escamas avermelhadas (Souza, 2013; Moreda, 2013).

Os ovos medem cerca de 1 mm de diâmetro e são de difícil visualização (Souza, 2013). Apresentam aspeto granuloso, e coloração entre o branco opalescente e o cinzento (Moreda, 2013). As larvas, em fase final de desenvolvimento, apresentam coloração rosada com a cabeça escura e comprimento 12 a 20 mm. As pupas são de coloração marrom claro a marrom escura, medindo de 10 a 12 mm (figura 03b) (Souza, 2013).



Figura 03. Adultos capturados em armadilha tipo delta (a), larva e pupa de *Cydia pomonella* L. capturados em cinta-armadilha em papel canelado (b).

2.3.2 Distribuição Geográfica

O bichado da macieira é originário do Sudeste da Europa, entretanto, ocorre atualmente na maior parte das áreas produtoras de maçã no mundo (figura 04). O principal meio de dispersão é através do transporte de frutas infestadas (Kovaleski *et al.*, 2015).

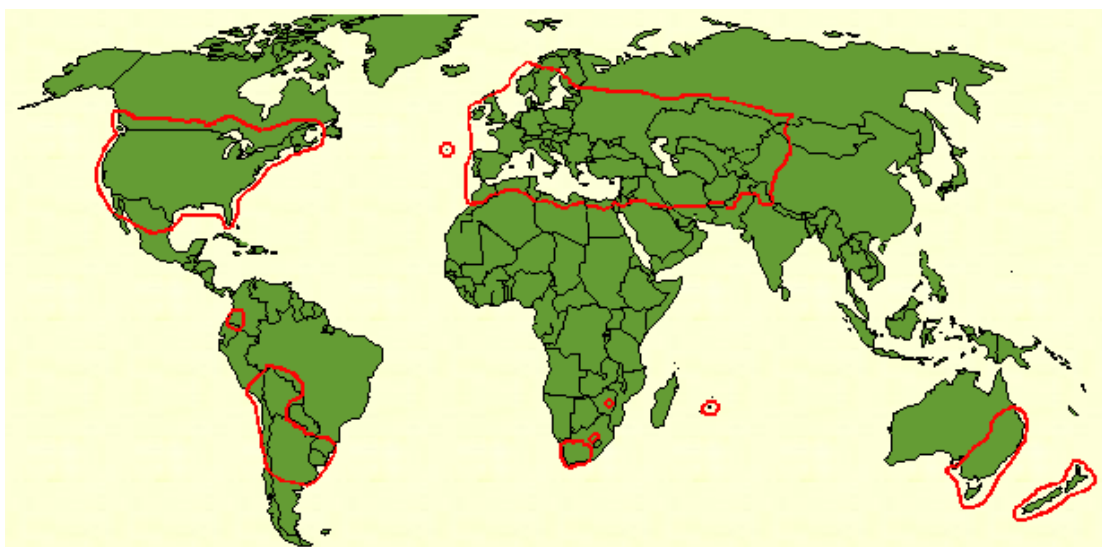


Figura 04. Representação esquemática da presença de *Cydia pomonella* L. no mundo.

Fonte: Codling Moth Information Support System – CMISS (1998).




É possível perceber através do quadro 01 que o bichado da macieira se encontra principalmente em países produtores de maçã localizados próximo aos 30° de latitude Norte ou Sul. Deve-se referir ainda, que até 2007 não houveram relatos de sua ocorrência no Japão, Taiwan e Península Coreana (Souza, 2013).

Quadro 01. Distribuição geográfica de *Cydia pomonella* L.

Fonte: Adaptado de CAB International (2007).

CONTINENTE	PAÍS
África	Argélia, Egito, Líbia, Marrocos, África do Sul, Tunísia e Ilhas Maurício
Ásia	Afganistão, Armênia, Azerbaijão, Geórgia, Irão, Iraque, Israel, Jordânia, Cazaquistão, Quirguistão, Líbano, Paquistão, Síria, Tadjiquistão, Turquia, Turquemenistão, Uzbequistão
	China, Índia, Líbano, Paquistão
Europa	União Europeia, Bielorrússia
	Albânia, Moldávia, Noruega, Sérvia, Suíça
América do Norte	Canadá, EUA
	México (Central e Norte)
Oceania	Austrália
	Nova Zelândia
América do Sul	Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Peru e Uruguai
	Brasil

Legenda:

-  Presente, poucos detalhes;
-  Distribuição restrita;
-  Amplamente distribuída.

O bichado da macieira já foi considerado uma das pragas de fruteiras com maior distribuição, e por isso, destaca-se como uma das pragas mais importantes para a cultura da macieira (Dorn *et al.*, 1999; Scomparin, 2009).

2.3.3 Bioecologia e Comportamento

De acordo com Coutinho (2011a), a biologia do bichado da macieira apresenta as seguintes fases: as larvas passam o Outono-Inverno abrigadas sob a casca das árvores hospedeiras ou em qualquer outro tipo de abrigo que lhes confira segurança. E na Primavera, as larvas evoluem, originando os insetos adultos, ou seja, as borboletas que sob temperaturas maiores que 15°C apresentam atividade significativa durante o dia.

Após o acasalamento, as fêmeas, que vivem entre 9 e 12 dias, podem colocar cerca de 100 ovos distribuídos nos frutos e nas folhas (SEAB, 2009; Kovaleski *et al.*, 2015). Em relação à capacidade de dispersão, os machos podem voar a uma distância de 10 km, enquanto as fêmeas podem atingir até 11 km (Schumacher *et al.*, 1997a; Schumacher *et al.*, 1997b).

Os ovos são depositados nos frutos e nas folhas e o período de incubação varia conforme a temperatura. Com temperaturas da ordem dos 25°C, o período de incubação

ronda os 6 dias, já sob temperaturas inferiores (15°C) pode levar até 18 dias. Dos ovos nascem as larvas, com cerca de 1 mm, que penetram nos frutos pouco depois, abrindo uma galeria em forma de espiral. Em seguida, conforme segue o desenvolvimento, a galeria é alargada, até que as sementes sejam atingidas, pois são fonte de proteínas e gorduras, ambas essenciais ao desenvolvimento final da larva. Após aproximadamente 20 dias, ao atingirem o quinto e último ínstar do estágio larval (Pszczolkowski *et al.*, 2002; Vargas, 2007) abandonam o fruto, e refugiam-se em local adequado para se transformarem em pupas. A pupação pode demorar entre 20 e 28 dias, dependendo das condições climáticas e em seguida transformam-se em borboletas. Em meados de junho, originam a 2ª geração, que repete as mesmas fases (Moreda, 2013).

Algumas das larvas da 1ª geração e todas as larvas da 2ª geração entram em diapausa, um período de inatividade que varia entre 6 a 7 meses, até a próxima Primavera. O número de gerações pode sofrer variação de acordo com o clima da região produtora e também com as temperaturas ocorridas no ano de produção; geralmente, em anos e regiões mais frias, o número de gerações é reduzido (figura 05) (Maaaro, 2011).

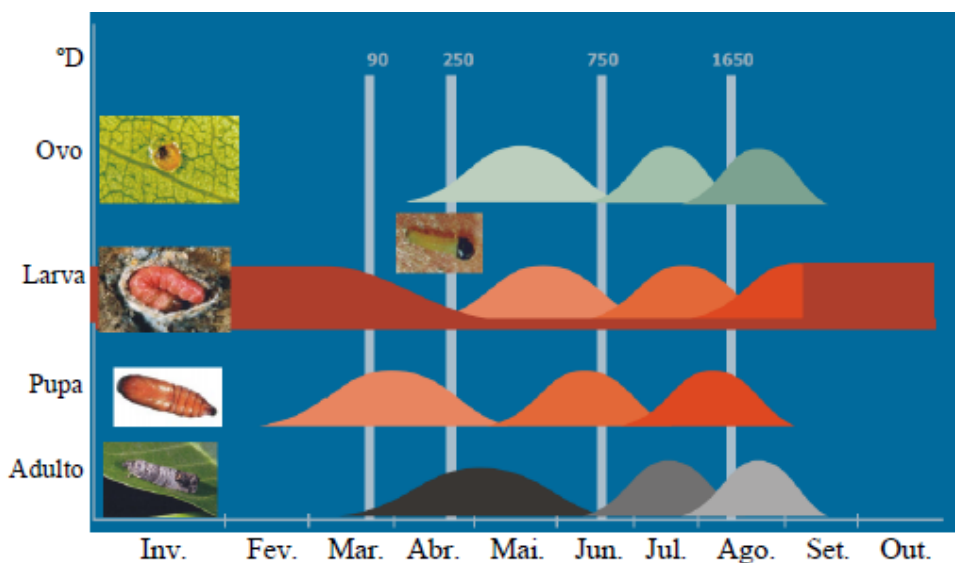


Figura 05. Representação gráfica do ciclo biológico do bichado da macieira, *Cydia pomonella* L..
Fonte: Adaptado de Cichón & Fernandez (2003).

Há relatos que o bichado da macieira desenvolve-se ajustando seu ciclo de vida às condições climáticas (Kührt *et al.*, 2006) e ao ciclo de vida da planta (Barnes, 1991). Observa-se também, que as variações climáticas dos últimos anos vêm favorecendo o aumento da sua população (Pluciennik, 2013).

2.3.4 Sintomatologia

Os principais sintomas visíveis nos frutos atacados pela larva de *C. pomonella* são orifícios arredondados de contorno escuro, do qual saem os excrementos resultantes da atividade da larva. No interior do fruto é possível perceber galerias e até a presença das larvas. Deve-se salientar que estes orifícios podem ser encontrados desde o cálice ao pedúnculo ou até mesmo na parte lateral do fruto (Moreda, 2013).

Os frutos atacados acabam caindo prematuramente no solo (Bayer, 2009) e as sementes também se apresentam danificadas. Próximo aos orifícios é possível observar restos de excrementos humedecidos (Kovaleski, 2004).

2.3.5 Estragos e Prejuízos

A larva de *C. pomonella* tem por hábito alimentar-se da polpa e das sementes dos frutos, ocasionando a sua queda precoce (Brunner, 1993a; Knight & Light, 2001; Aubry, 2008; Mota-Sanchez *et al.*, 2008, Miletić *et al.*, 2011). Os frutos atacados que não caem, ficam desvalorizados e não apresentam valor comercial (Coutinho, 2011a).

Os prejuízos podem ser observados em frutos maduros e verdes, já que os ataques ocorrem em ambos. Quando a larva completa seu desenvolvimento no interior do fruto, e o abandona para pupar, a sua galeria de saída é bem maior do que a de entrada (Kovaleski *et al.*, 2012). Caso os frutos colhidos na fase final do ciclo de vida do bichado da macieira forem armazenados com larvas no seu interior ou com galerias vazias, isso pode ser uma porta de entrada para a contaminação por fungos, o que resulta no apodrecimento dos frutos (Moreda, 2013).

Se não controlado, ou inadequadamente controlado, o bichado da macieira pode causar prejuízos em até 80% da produção do pomar (Assunção, 1998; Graora & Jerinić-Prodanović, 2005). Desse modo, em pomares comerciais são toleradas pequenas infestações dessa praga, a qual poderá alcançar até 1% de frutos atacados; caso esse valor seja ultrapassado, devem ser tomadas medidas de combate à praga (Lacey *et al.*, 2003).

2.3.6 Fatores de Nocividade

Torres (2007) apresenta para a população da mosca-da-azeitona, *Bactrocera oleae* Rossi alguns fatores de nocividades com diferentes níveis de importância conforme variações em relação ao ambiente e geração aos quais a praga encontra-se sujeita. Partindo-se do pressuposto que ocorra o mesmo para as populações de *C. pomonella*,

apresenta-se a seguir, os fatores que estão relacionados nomeadamente com as condições climáticas, com as relações com a planta hospedeira e com a competição intraespecífica com a ação de inimigos naturais, entre outros.

2.3.6.1 Condições Climáticas

O clima e suas variações são fatores que contribuem de forma significativa no desenvolvimento e atividade de *C. pomonella*. Os principais fatores climáticos que influenciam na sua dinâmica populacional são a temperatura, a precipitação e o vento (Jones & Wiman, 2008; Mahzoum *et al.*, 2017).

No caso da temperatura, dois parâmetros são importantes: temperatura base e graus dia. A temperatura base refere-se a temperatura mínima exigida pelo inseto para iniciar seu desenvolvimento (Lima & Silva, 2008). Enquanto a expressão graus-dia se refere à acumulação de temperatura, ou seja, é uma estimativa que relaciona a resposta do inseto com a temperatura (Aguiar & Guissem, 2002).

Partindo desse pressuposto, Glenn (1922) estipulou para *C. pomonella* que a temperatura base situa-se nos 10 °C, a qual é necessária para todas as fases de desenvolvimento. Ainda, Rock & Shaffer (1983) afirmam que os adultos de *C. pomonella* apresentam pleno desenvolvimento sob temperaturas aproximadas de 32 °C, além de suas larvas e pupas exigirem 510 graus dias para completar seu desenvolvimento. Ovos, larvas e pupas de *C. pomonella* apresentam bom desenvolvimento entre 29 °C e 31 °C de temperatura máxima, sendo 40 °C a temperatura limite para evitar elevados índices de mortalidade (Chidawanyika & Terblanche, 2011; Fernández, 2012).

A Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC, 2011) emitiu um quadro (02) que apresenta o somatório de temperaturas para o desenvolvimento de *C. pomonella* em alguns postos biológicos da Estação de Aviso.

Quadro 02. Somatório das temperaturas superiores a 10 °C nos postos biológicos da Estação de Aviso da Guarda, 2011.

Fase de Desenvolvimento da Praga	Somatório das Temperaturas Acumuladas (°C)
Início de voo	80
Início de posturas	130
Início de penetrações	220
Máximo 1º voo	340
1 ^{as} larvas abandonando os frutos	470
Fim da 1ª geração	700

De forma mais particular, Howell & Neven (2000) constataram que temperaturas acima de 35 °C sob regime constante já são consideradas prejudiciais para larvas de *C. pomonella*, elevando o nível de mortalidade. Entretanto, deve-se ressaltar que o tempo de exposição a temperaturas elevadas é mais letal do que o valor da temperatura em si (Howell & Schimdt, 2002), ou seja, caso a temperatura atinja 35 °C, mas as larvas fiquem expostas por pouco tempo, o seu desenvolvimento não é afetado (Howell & Neven, 2000; Scomparin, 2009).

Além disso, há relatos que confirmam a preferência das larvas de *C. pomonella* pelas regiões das árvores onde há menor humidade, mais ventilação e iluminação (Resh & Cardé, 2009). Também há redução de atividade de voo, e como consequência redução do acasalamento e postura de ovos de *C. pomonella* na ocorrência de precipitação (DRAPC, 2011), assim como a direção do vento, bem como sua intensidade podem ser fatores que contribuam com a alteração do comportamento dos adultos de *C. pomonella* (Putman, 1963; Koch *et al.*, 1997; Fernández, 2012).

2.3.6.2 Relações com a Planta Hospedeira

A temperatura é um fator extrínseco necessário para compreender o comportamento do bichado da macieira em relação ao seu desenvolvimento, curva de voo, acasalamento e oviposição (Sæthre & Hofsvang, 2002; Kührt *et al.*, 2005). Baseados nisso, estudos demonstraram que a larva de *C. pomonella* apresenta hábito seletivo em relação as maçãs atacadas: a preferência vai para os lados mais aquecidos da fruta, o que auxilia no aumento da temperatura corporal da larva, e acelera seu desenvolvimento (Kührt *et al.*, 2005).

Relatos comprovam que há preferência por variedades de maçã mais ricas em açúcares. Além disso, variedades que apresentam em sua casca altos teores de polifenóis são geralmente pouco procuradas por *C. pomonella*, já que essa alta concentração possui efeito repelente. Há certa preferência no que se refere ao lado da árvore: a face virada para Leste, durante o final da Primavera, apresenta maior infestação na primeira geração que o lado Norte, pois o lado Leste é mais aquecido devido a maior exposição solar (Mahzoum *et al.*, 2017). Enquanto no Verão, as larvas da segunda geração tender a fugir do lado Leste da árvore, pois devido a maior exposição solar, as temperaturas ficam muito altas prejudicando seu desenvolvimento. Além disso, a parte central da árvore é a região mais atacada durante o Verão, devido à baixa exposição ao sol (Mahzoum *et al.*, 2017).

2.4 Proteção Integrada contra *Cydia pomonella* L.

Segundo definido pela Organização Internacional de Luta Biológica e Integrada contra os Animais e as Plantas Prejudiciais, seção Regional do Paleártico Oeste (do francês *l'Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et les Plantes Nuisibles, section Regionale Ouest Paléarctique* - OILB/SROP, 1993, 2004), a produção integrada visa produzir qualquer tipo de alimento de origem agrícola dentro dos altos patamares de qualidade, utilizando recursos naturais e mecanismos de regulação natural como forma de assegurar uma agricultura viável (Cavaco, 2011). Pomares de macieira inseridos dentro da produção integrada apresentam maior probabilidade de sucesso no que se refere ao controlo de *C. pomonella*.

Inserido nesse modo de produção, destaca-se a proteção integrada, que tem como principal objetivo conciliar a mitigação de pragas e doenças com variados métodos, de forma a reduzir prejuízos ambientais e antrópicos. Para tal, deve-se trabalhar com estimativas de risco para cada potencial inimigo da cultura. Além disso, através do nível económico de ataque, busca-se conviver com a praga ou doença, em proporções que não caracterizem prejuízo económico para a cultura. Logo, inter-relacionando esses fatores, define-se quais os métodos de interferência que serão empregues (Félix & Cavaco, 2008).

A produção integrada da macieira apresenta normas técnicas que orientam desde a capacitação dos colaboradores do pomar, até as questões relacionadas com o manejo da área, do material vegetal, da comercialização e, principalmente da proteção integrada (Protas & Valdebenito Sanhueza, 2002).

Em relação a proteção integrada, deve-se ter atenção ao controlo das pragas, sendo que é imprescindível fazer uso das técnicas abrangidas dentro do Maneio Integrado de Pragas (MIP), dando-se preferência aos métodos de controlo sustentáveis, biológicos, biotécnicos e culturais, entre outros.

Ainda, as normas técnicas prevêm a periodicidade de avaliação e registo das pragas através da monitorização (Protas & Valdebenito Sanhueza, 2002), que ocorre por meio da estimativa do risco, que é geralmente efetuada através do uso de armadilhas tipo delta com feromona sexual sintética e colocação de cinta-armadilha em papel canelado, disposta no tronco da macieira. Ambos os métodos são utilizados em estudos da biologia de *C. pomonella* e na avaliação da densidade populacional numa determinada área (Aguiar *et al.*, 2005; Coutinho, 2011a; Kovalski *et al.*, 2012).

2.4.1 Avaliação da Indispensabilidade de Intervenção: Estimativa do Risco e Nível Económico de Ataque

De acordo com o Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional de Portugal (COTHN, 2011a), o combate ao ataque de *C. pomonella* deve ser baseado na estimativa do risco e no nível económico de ataque.

O nível económico de ataque refere-se à densidade populacional, no qual se faz necessário o uso de métodos de combate que evitem o aumento do inseto-praga para um nível onde há prejuízo económico. A estimativa do risco, por outro lado, tem relação com a análise quantitativa do inseto-praga e a influência de determinados fatores nos possíveis prejuízos (Amaro, 2003).

Para todas as gerações de *C. pomonella* é recomendado o emprego de armadilha sexual, sendo indicado o uso de uma armadilha para até quatro hectares, e observação visual de 1000 frutos a fim de estimar o risco. A partir dessa metodologia, entende-se que medidas de controlo devem ser tomadas sempre que houver captura semanal de dois a três machos na armadilha sexual/ha ou a confirmação de 0,5 a 1% de frutos atacados na observação visual, sendo esse nível económico de ataque válido para todas as gerações (Nascimento & Sampaio, 2001; COTHN, 2011a; DRAPC, 2011).

Cavaco (2011) apresenta no Volume II das Normas Técnicas para a Produção Integrada de Pomóides um quadro com a metodologia de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar em macieiras para *C. pomonella* (quadro 03). Este quadro está de acordo com o Artigo 11º do Decreto – Lei nº 256/2009, de 24 de setembro e também com a Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) de Portugal.

Quadro 03. Metodologia de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar em macieiras para *Cydia pomonella* L.

Fonte: Cavaco (2011).

ESTIMATIVA DO RISCO			NÍVEL ECONÓMICO DE ATAQUE
Época de Observação	Método de Amostragem	Órgãos a Observar	
1ª geração (Maio-Junho)	Armadilha sexual (1 armadilha de 1 a 4 ha)	(Σ 3 levantamentos sucessivos por semana) e temperaturas crepusculares de 15°C e HR \geq 65%	2-3 machos/ha/semana
	Observação visual	1000 frutos (20 frutosx50 árvores)	0,5-1% frutos atacados ou presença
2ª geração (Julho - meados de Agosto)	Armadilha sexual (1 armadilha de 1 a 4 ha)	Observações semanais	2-3 machos/ha/semana
	Observação visual	1000 frutos (20 frutosx50 árvores)	0,5-1% frutos atacados ou presença
3ª geração (Meados de Agosto - Colheita)	Armadilha sexual (1 armadilha de 1 a 4 ha)	Observações semanais	2-3 machos/ha/semana
	Observação visual	1000 frutos (20 frutosx50 árvores)	0,5-1% frutos atacados ou presença

É possível perceber no quadro 03 quais são as recomendações para até a 3ª geração de *C. pomonella* em pomares de macieira em Portugal. O Nível Económico de Ataque é igual para todas as gerações, e pode-se perceber através dele a grande importância dessa praga, pois uma pequena população já é responsável por causar prejuízos elevados.

2.4.2 Medidas de Proteção Indiretas ou Preventivas

Medidas de proteção indiretas ou preventivas são intervenções que buscam evitar que o inseto-praga atinja uma população capaz de provocar prejuízos. Logo, uma das principais medidas é a conservação dos auxiliares através do uso de produtos que não os prejudiquem, além da manutenção de condições que favoreçam um ambiente adequado para o desenvolvimento dos inimigos naturais (Torres, 2007). Esse ambiente adequado deve ser constituído por uma flora conveniente no que se refere as espécies escolhidas e suas características, como altura, alinhamento em relação ao vento, época de floração e semelhança vegetal com a cultura. Todos esses fatores são cruciais no favorecimento da fauna auxiliar (de Lurdes Silva & Batista, 2008).

Outro fator que pode contribuir com maior diversidade de fauna e flora auxiliar é a manutenção da fertilidade dos solos, pois repercutirá na utilização de recursos

renováveis dentro de um sistema fechado incrementando o favorecimento de espécies naturais daquela região, e reduzindo a possível população de indivíduos não desejados na área (Saraiva, 2015). Além disso, é recomendado a manutenção de infraestruturas ecológicas como corredores e habitats permanentes e temporários que auxiliarão na limitação natural dos inimigos das culturas e potencializarão a atividade dos inimigos naturais (Franco, 2010; Saraiva, 2015).

Também se recomenda que as cascas das árvores velhas sejam removidas com o intuito de reduzir possíveis abrigos para *C. pomonella*. Caso não seja possível, aconselha-se que materiais como cinta armadilha de papel canelado sejam colocados à volta dos troncos das árvores antes da pupação, para que sirvam de local propício para a pupação artificial, e então, sejam removidos em tempo adequado para que as pupas sejam destruídas (Souza, 2013). Ainda, aconselha-se remover do pomar todos os frutos afetados por *C. pomonella* ou tombados no chão e proceder com sua destruição através da queima (Saraiva, 2015).

No Brasil há uma Instrução Normativa que regulariza um Plano de Contingência para *C. pomonella*. A Instrução Normativa nº 35, de 27 de outubro de 2015 apresenta medidas preventivas e emergenciais para a erradicação de focos e contenção da *C. pomonella*. Dentre as ações de prevenção, destacam-se as questões de fiscalização e controlo de trânsito de produtos agrícolas que apresentem possíveis riscos de introdução de *C. pomonella*, assim como a exigência de documentação que confirme o transporte de vegetais e demais produtos dentro da legalidade. Também é prevista a instalação de uma armadilha/ha, a qual deve ser equipada com feromona sexual específico para o bichado da macieira a fim de monitorá-lo.

Ainda, salienta-se que a aquisição de material vegetal certificado e saudável é uma das principais formas de prevenção de *C. pomonella*. O controlo cultural é também uma forma de prevenir o aparecimento da praga nos pomares, através da eliminação de plantas hospedeiras próximas ao pomar, assim como a correta destruição dos frutos que não foram aproveitados para a comercialização e monitorização de machos (Souza, 2013; Takata *et al.*, 2013; Zanús, 2015).

2.4.2.1 Organismos Auxiliares de Ocorrência Natural

Os inimigos naturais ou auxiliares são o ponto-chave no manejo integrado de pragas e englobam insetos benéficos, como predadores, parasitoides e microrganismos

entomopatogênicos específicos para o controle da praga em questão (Lacey & Unruh, 2005). Os organismos auxiliares de ocorrência natural enquadram-se nas medidas indiretas de controle de insectos-praga, já que não apresentam ainda, uma forma comercial de aquisição.

Parasitoides são indivíduos, de modo geral, móveis, de vida livre quando adultos e que apresentam preferência apenas por uma presa. Além disso, ovipositam sobre ou dentro do inseto-praga e logo ao nascer, suas larvas alimentam-se do corpo onde foram depositadas. Os parasitoides podem atuar em diversas fases de desenvolvimento do inseto-praga, e exigem apenas um indivíduo para completar seu ciclo biológico, o qual pode coincidir com o do hospedeiro. Em alguns casos, o parasitoide consegue alterar o ciclo biológico do hospedeiro de modo a favorecer seu desenvolvimento nesse ambiente (Silva, 2013; Godfray, 2007; Kalyanasundaram & Kamala, 2016).

Eles podem ser classificados de acordo com seu local de parasitismo em relação ao hospedeiro: parasitoides externos são nomeados ectoparasitoides enquanto parasitoides internos são chamados de endoparasitoides (Doutt *et al.*, 1976; Amaro, 2003).

São considerados os agentes mais importantes dentro do controle biológico de macieira devido sua biodiversidade e eficácia no controle de pragas como *C. pomonella* (Balevski, 2009; Pluciennik & Olszak, 2010; Velcheva *et al.*, 2012). Dessa forma, encontram-se identificados mais de 30 espécies de himenópteros parasitoides associados ao bichado da macieira, pertencentes as principais famílias: Trichogrammatidae, Braconidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae e Pteromalidae (Almatni, 2003; Alhaj, 2009; Basheer *et al.*, 2010, Odendaal *et al.*, 2015; Basheer *et al.*, 2016).

A nível internacional, o endoparasitoide *Ascogaster quadridentata* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) é considerado muito eficiente no controle de *C. pomonella* por apresentar seu ciclo biológico sincronizado com o da praga e por destruir os órgãos reprodutivos internos das larvas atacadas. *A. quadridentata* é um parasitoides ovo-larva-pupal especializado em traças de Tortricidae (Maalouly *et al.*, 2013), e por isso é considerado um dos principais parasitoides usados como meio de luta biológico contra *C. pomonella* (Reed-Larsen & Brown, 1990; DeLury *et al.*, 1999).

Difere de muitos parasitoides por não destruir imediatamente o ovo atacado, visto que necessita dele para se desenvolver até que sua larva esteja pronta para emergir a partir da larva de *C. pomonella*, provocando nesse momento sua morte (Devotto *et al.*,

2005). As taxas de parasitismo podem atingir níveis entre 40% e 68% (Brunner, 1993b; Espelie & Brown, 1989; Mills, 2005; Devotto *et al.*, 2005).

Outro parasitoide importante é *Hyssopus pallidus* Askew (Hymenoptera: Eulophidae), considerado um ectoparasitoide larvar gregário (várias larvas do parasitoide se desenvolvem no hospedeiro), específico para larvas de *C. molesta* Busck e *C. pomonella* (Haeckermann *et al.*, 2007). Apresenta grande capacidade de localizar seu hospedeiro no interior do fruto, destacando-o como espécie potencialmente útil no controlo biológico de *C. pomonella* (Mattiacci *et al.*, 1999; Tschudi-Rein & Dorn, 2001; Hausmann *et al.*, 2005). Zaviezo & Mills (1999) afirmam que em ensaios laboratoriais a taxa de parasitismo larvar em *C. pomonella* atingiu 100%.

Com grande potencial ectoparasitoide larvar específico e gregário, a espécie *Mastrus ridibundus* Gravenhorst (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Francisco, 2001; Torrén & Tortosa, 2008) possui a habilidade de regular sua densidade populacional em relação a do hospedeiro, definindo-o como agente promissor no controlo biológico de *C. pomonella* (Bezemer & Mills, 2001; Jumean *et al.*, 2005; Hougardy *et al.*, 2005; Jumean *et al.*, 2009). Segundo Hougardy *et al.* (2005) e Mills (2005) sua taxa de parasitismo pode atingir 57% de mortalidade das larvas do bichado. Ainda, *M. ridibundus* juntamente com *Liotryphon caudatus* (Ratzeburg, 1848) (Hymenoptera: Ichneumonidae) apresentaram resultados de controlo satisfatórios, principalmente quando foram usados em simultâneo com nematódeos entomopatogênicos de *C. pomonella*, como por exemplo *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) (Lacey *et al.*, 2003).

O parasitoide *Trichomma enecator* (Rossi) (Ichneumonidae: Anomaloniinae), é um endoparasitoide larva-pupal solitário (apenas uma larva do parasitoide se desenvolve no hospedeiro) que ataca todos os instares larvares de *C. pomonella* (Mills *et al.*, 1996). Por ocorrer de modo natural, já foi encontrado em taxas de cerca de 4% em larvas de *C. pomonella* durante um estudo sobre parasitoides e suas taxas de emergência em larvas nas Asturias, Espanha (Miñarro & Dapena, 2005).

Outros importantes parasitoides são nomeadamente *Microdus conspicuous* Wesmael, *Cryptus sexmaculatus* Gravenhorst, *Elodia tragica* Meigen, *Elodia morio* Fallén, *Pristomerus vulnerator* Panzer e *Ephialtes caudatus* Ratzeburg (Darcy & John, 1990, Bezemer & Mills, 2001, Bezemer & Mills, 2003, Takata *et al.*, 2013, Walton, 2013, Alkarrat, 2014).

Os parasitoides, como já comentado, fazem parte de um grupo maior dentro do controlo biológico, nomeadamente, os insetos auxiliares. Além desses organismos, na fauna auxiliar pode-se encontrar organismos predadores, os quais têm vida livre, e podem ser generalistas, quando se alimentam de tudo que possam capturar, ou especialistas, quando buscam determinadas espécies ou determinadas fases de insetos para se alimentar (Silva, 2013; Gibb, 2015). Por apresentar mobilidade, capturam e matam a presa, ingerindo-a quase completamente. No geral, consomem elevado número de presas, um grande número de vezes. Ainda, o adulto pode ter o mesmo regime alimentar da larva ou da ninfa, ou então, ingerir néctares, meladas ou pólen (Amaro, 2003).

Os principais inimigos naturais classificados como predadores de *C. pomonella* pertencem as seguintes ordens: Araneae, Opiliones, Dermaptera, Hymenoptera, Hemiptera, Diptera e Coleoptera (Mathews *et al.*, 2004). Os insetos são relatados como o maior grupo de predadores da *C. pomonella* (Lacey & Unruh, 2005).

Segundo Unruh *et al.* (2016) os mais importantes predadores de ovos de *C. pomonella* são hemípteros das famílias Anthocoridae (*Anthocoris nemorum* L.) (Wearing, 2016) e Miridae, além de dermápteros da família Forficulidae (*Forficula auricularia* L.) (Glen, 1977), thysanopteros da família Phlaeothripidae (*Leptothrips mali* Fitch. e *Haplothrips faurei* Hood.) Os neurópteros da família Chrysopidae (*Chrysoperla* spp.) são considerados por Summerland & Steiner (1943) os principais predadores de ovos de *C. pomonella* (MacLellan, 1962; Jaynes & Marucci, 1947, Knight *et al.*, 1997).

Knight *et al.* (1997) discute que muitas vezes, no caso de predadores, seu nível populacional não está diretamente relacionado com a mortalidade dos ovos da praga, mas sim com a densidade populacional da praga, uso de inseticidas e clima (Glen, 1977, Horton *et al.*, 1997). Logo, para aumentar o número de predadores num determinado ambiente deve-se trabalhar com o fornecimento de habitats adequados próximos ou dentro dos pomares, uso de atrativos químicos além da escolha de inseticidas seletivos (Horton *et al.*, 1997).

Há exemplares de coleópteros da família Carabidae (*Pterostichus melanarius* Illiger, *Harlapus pennsylvanicus* DeGeer, *Amara aenea* DeGeer e *Stenolophus comma* Fabricius) (Unruh *et al.*, 2016; Hagley *et al.*, 1982, Walton, 2013), adultos de *Anatis quindecimpunctata* Olivier, *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville e *Coccinella nevomnotata* Herbst que também são considerados predadores de ovos de *C. pomonella* (Jaynes & Marucci, 1947) além de aracnídeos de vários géneros (Glen, 1977).

2.4.3 Meios Diretos de Proteção

Entre os meios diretos de proteção destacam-se o controlo químico, o controlo biotécnico e o controlo biológico.

O controlo químico é orientado segundo o voo dos machos ao atingirem a maior intensidade em cada geração. Recomenda-se no mínimo três períodos de tratamento químico voltado para as fêmeas em época de oviposição, assim como para as lagartas neonatas antes da perfuração dos frutos (Kovaleski, 2004).

Cavaco (2011) relata as substâncias ativas autorizadas na proteção integrada para o controlo de *C. pomonella*, entretanto alguns se encontram cancelados e a lista das substâncias ativas homologadas de acordo com o site da Direção Geral de Alimentação e Veterinária de Portugal encontra-se no quadro 04.

Quadro 04. Substâncias ativas e formulações autorizadas no controlo da *Cydia pomonella* L. em Proteção Integrada.

Substância Ativa	Formulação
(E8, E10)-dodec-8,10-dien-1-ol	VP, AE
(E8,E10)-dodec-8,10-dien-1-ol+dodecan-1-ol+tetradecan-1-ol	VP
(E8,E10)-dodecadienol acetato de n-tetradecil	VP
Abamectina+clorantraniliprol	SC
Azadiractina	EC
<i>Bacillus thuringiensis</i>	WP
Beta-ciflutrina	SC
Ciflutrina	EC
Clorantraniliprol	SC
Clorpirifos-metilo	EC
Deltametrina	EC, EW
Diflubenzurão	WP
Emamectina	SG
Espinetorame	WG
Fenoxicarbe	WG
Fosmete	WP, WG
Indoxicarbe	WG
Lambda-cialotrina	CS, WG, EG, ME
Metoxifenzida	SC
Spinosade	SC
Tau-fluvalinato	EW
Tebufenozida	SC
Tiaclopride	SC
Triflumurão	SC
Vírus da granulose de <i>Cydia pomonella</i>	SC

Cada vez mais torna-se comum encontrar relatos sobre a resistência de *C. pomonella* a determinadas substâncias ativas. As principais substâncias ativas utilizadas, são compostos organofosforados, piretroides sintéticos e reguladores de crescimento, sendo que para a maioria deles houve confirmação de desenvolvimento de resistência

(Charmillot & Pasquier, 2002; Ioriatti *et al.*, 2003; Reyes *et al.*, 2007; Pajač *et al.*, 2011; Pluciennik, 2013).

A resistência de um inseto em relação a um inseticida pode ser resultado de três diferentes mecanismos, nomeadamente: resistência metabólica que é quando há modificação numa atividade enzimática; modificação do sítio alvo do inseticida ou penetração reduzida do composto; e mudanças comportamentais. Entretanto, o primeiro mecanismo é considerado o mais comum nos casos de resistência de *C. pomonella* (IRAC, 2013).

Além da lista das substâncias ativas homologadas em Portugal, Cavaco (2011) também comenta acerca das recomendações necessárias durante o controlo químico, mais especificamente a respeito do número de aplicações máximo e rotação de produtos a fim de evitar o desenvolvimento de resistência e até possíveis efeitos na população de insetos auxiliares, resíduos na produção e problemas de saúde e segurança para com os aplicadores de inseticidas (Epstein *et al.*, 2000; Sauer, 2017).

A partir do pressuposto entende-se a importância da rotação de substâncias ativas. Além disso, optar por insecticidas de origem biológica à base de azadiractina, *Bacillus thuringiensis* e de vírus da granulose, como o *Cydia pomonella* Granulovirus (CpGV) que é uma prática atóxica, não deixa resíduo nos frutos nem no ambiente e também não prejudica o desenvolvimento da fauna auxiliar no pomar (Arthurs *et al.*, 2007; Coutinho, 2011a).

O spinosade também é um produto de origem biológica produzido a partir da bactéria *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao, 1990. Uma das particularidades do uso de spinosade para o controlo de *C. pomonella* é a repetição de aplicações para um controlo adequado da praga: a primeira geração exige no mínimo três pulverizações com intervalos de 10 dias, iniciando as operações assim que forem observados os ovos de *C. pomonella*. Já para as demais gerações recomenda-se duas pulverizações com intervalos de até 2 semanas, sendo a primeira a ser realizada assim que forem observados os ovos da nova geração (Caprile & Vossen, 2011; Flint, 2014). Granger *et al.*, (2003) apontam até 95% de controlo através do produto comercial Entrust®.

A azadaractina, por outro lado, é extraída de plantas de nim (*Azadirachta indica*) (Viana & Prates, 2003) e causa distúrbios fisiológicos no inseto-praga, inibindo seu desenvolvimento e crescimento, alimentação e reprodução (Valladares *et al.*, 1997). Por ser fotodegradada, recomenda-se que sua aplicação ocorra no final da tarde, o que

coincide com o hábito alimentar da larva que geralmente ocorre no período noturno (Viana *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2010). Já foram relatadas taxas de 100% de mortalidade em larvas de *C. pomonella* após 7 semanas de adição de 30 ppm de azadiractina na sua dieta em ensaios laboratoriais em Lérida, na Espanha (Burballa *et al.*, 1995).

Uma das alternativas englobadas pela produção integrada que vem apresentando eficácia é a prática do controlo biotécnico, através da técnica da confusão sexual. As feromonas usadas nessa prática são definidas como produtos químicos secretados externamente por um organismo para enviar informações a outros indivíduos da mesma espécie (Welter *et al.*, 2005). São comumente usados na comunicação entre insetos (Welter *et al.*, 2005) em diversas situações: sinalizadores de receptividade sexual, perigos percebidos ou domínio de um indivíduo em uma colónia. A partir disso, são usados como método de auxílio no controlo seletivo ou gestão de espécies de pragas em sistemas agrícolas e florestais (Welter *et al.*, 2005).

Através do uso destes dispositivos distribuídos pelo pomar é possível interromper a comunicação entre macho e fêmeas de *C. pomonella*, a qual repercutirá na interrupção do acasalamento, e posterior redução na densidade populacional da praga na área. Essa técnica é considerada promissora e permite realizar o controlo de *C. pomonella* de forma ambientalmente segura, embora apresente como principal desvantagem a não alteração no comportamento das fêmeas da praga (Ridgway *et al.*, 1990; Witzgall *et al.*, 1999; Yan *et al.*, 1999; Brunner *et al.*, 2002; Murray & Alston, 2010; Pajač *et al.*, 2011).

Para que o sucesso seja obtido é preciso trabalhar com feromonas específicas de *C. pomonella* para que os machos não encontrem as fêmeas no pomar. Os difusores devem ser colocados no terço superior das árvores antes do início do voo da primeira geração, sempre que possível em local sombreado. A quantidade de difusores depende do tipo usado. Há diferentes formatos de difusores no mercado, e seu custo médio é da ordem dos 250 euros/ha (quadro 05) (Canals, 2010).

Quadro 05. Difusores comerciais mais utilizados para a confusão sexual para *Cydia pomonella* L.

Fonte: Canals (2010).

Tipo de Difusor	Difusor/ha	Duração (dias)
Isomate C Plus	1000 difusores/ha mais um reforço de 10% nas margens	180
Isomate CTT	500 difusores/ha mais reforço nas margens	180
Checkmate CM XL	400 difusores/ha mais reforço nas margens	180

A eficácia da confusão sexual já foi comprovada principalmente através da discussão do real potencial dessa estratégia para o controle de *C. pomonella* quando comparado, por exemplo, com a eficiência de métodos químicos (Howell *et al.*, 1992; Thomson *et al.*, 2001). Na maioria das vezes, o método de confusão sexual apresenta resultados mais interessantes por deixar o nível populacional de *C. pomonella* abaixo do valor de 1% que é o valor permitido em pomares comerciais (Walder, 2005; Angeli *et al.*, 2007). Há autores que afirmam a inviabilidade econômica em caso de realização de mais de dois tratamentos químicos no pomar (Pinto *et al.*, 2010).

Além disso, há muitos fatores que podem afetar o bom funcionamento da confusão sexual, como a alta densidade populacional da praga, a baixa ou irregular disseminação da feromona, a ocorrência de ventos intensos, as altas temperaturas, a imigração de fêmeas acasaladas de áreas não tratadas, a configuração e o isolamento da parcela, a idade do pomar, a cobertura da feromona nas bordaduras ou nas zonas de segurança (Sanders, 1989; Sousa, 2008; de Morais Oliveira *et al.*, 2014).

Por fim, o controle biológico é baseado no entendimento da relação entre os seres vivos no meio ambiente, e apresenta como principais vantagens a qualidade do produto final por não deixar resíduos nos alimentos, além de ser inofensivo ao ambiente e a população em geral (Embrapa, 2006) se o meio utilizado for específico.

2.4.3.1 Controle Biológico

Dentre as diversas formas de controle da população de indivíduos nocivos numa determinada cultura, um método que vem ganhando destaque é o controle biológico. Este tem como finalidade mitigar a abundância do organismo nocivo através do uso de seus inimigos naturais (Embrapa, 2006). Ele baseia-se na obtenção de produtos comerciais que utilizem como principal substância algum organismo auxiliar de ocorrência natural. Logo, tem-se dentro desse método o uso de parasitoides como por exemplo *Trichogrammas* e microrganismos entomopatogênicos.

O parasitoide *Microdus rufipes* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae) é considerado um endoparasitoide solitário e específico de larvas jovens de *C. pomonella* (Mills *et al.*, 1996). Devido à sua grande eficiência já é largado em grande número em pomares de macieira, pereiras e nogueiras (Mills, 2005), com relato de 26% de taxa de parasitismo em larvas de *C. pomonella* expostas durante ensaios no Cazaquistão entre 1966 e 1967 (Zlatanova *et al.*, 1970).

Em relação ao uso de *Trichogramma* como alternativa no controlo biológico de *C. pomonella* afirma-se que pode ser considerado um próspero agente, pois reduz de forma significativa os prejuízos da praga em condições de campo (Mills, 2002). *Trichogrammas* são indivíduos oófagos de diferentes espécies de lepidópteros que eliminam a praga antes que cause qualquer tipo de prejuízo para a cultura (Botelho *et al.*, 1995). Eles ainda são capazes de alterar seu ciclo biológico em função do tipo de hospedeiro a fim de garantir uma maior taxa de parasitismo (Beserra & Parra, 2004).

Entretanto, um grande inconveniente de seu uso está relacionado à sensibilidade aos pesticidas mais usados, inclusive pesticidas botânicos. Por isso, recomenda-se o uso de *Trichogramma* de forma integrada com outra técnica de controlo para atingir valores satisfatórios de controlo da praga. O inseto pode ser adquirido através de fornecedores comerciais para sua liberação nos pomares (Brunner, 1993c).

Há relatos de resultados eficazes com o uso de *T. evanescens*, *T. cacoeciae* (classificado erroneamente como *T. embryophagum* Harting) e *T. nerudai*, sendo os dois últimos responsáveis por reduzir em até 66% os prejuízos causados por *C. pomonella* em pomares comerciais com liberação em massa (Devotto *et al.*, 2005; Sigsgaard *et al.*, 2017). Mesmo assim, ainda há necessidade de mais estudos que aprimorem as informações referentes ao uso desse promissor agente do controlo biológico de *C. pomonella* (Stef *et al.*, 2010; Sigsgaard *et al.*, 2017).

Hassan (1993) afirmou que *T. dendrolimi* Matsumura é um interessante agente de biocontrolo (Samara *et al.*, 2011), pois em largadas inundativas de aproximadamente 988 mil ovos parasitados por hectare foi capaz de reduzir os prejuízos de *C. pomonella* em até 61% em ensaios realizados em Darmstadt, na Alemanha (Hassan *et al.*, 1988).

Segundo Mills *et al.* (2002), houve relato de sucesso com liberação inundativa de 500 mil ovos parasitados de *T. platneri* Nagarkatii (Mills *et al.*, 2000) por hectare, onde apresentou até 60% de redução de perdas causadas por *C. pomonella* em pomares de noqueiras e pereiras na Califórnia.

Além desses, *T. minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) já é usado no controlo biológico de *C. pomonella*, e suas taxas de parasitismo podem atingir 50% ou mais da população da praga (List & Davis, 1932). A nível laboratorial, *T. minutum* já apresentou taxas de parasitismo de até 92% em ovos de *C. pomonella* em Vincennes, Estados Unidos (Dolphin & Cleveland, 1966). Em estudos realizados na Rússia, com liberação única, *T. minutum* apresentou 28% de parasitismo com 2000 *Trichogrammas*

por árvore e até 96% de parasitismo com liberação de 20000 *Trichogrammas* por árvore (Zhilyaeva *et al.*, 1975).

Os microorganismos entomopatogénicos são microrganismos responsáveis por causar infecções no inseto-praga, e podem ser bactérias, vírus, fungos ou nematoides os quais, sob limitação natural, ou em tratamento biológico causam a morte de determinados insetos considerados nocivos para culturas específicas (Amaro, 2003; Garcia, 2004).

No que se refere aos nematódeos entomopatogénicos as famílias Steinernematidae e Heterorhabditidae são as mais referenciadas na bibliografia com eficácia no controlo das populações do bichado (Odendaal *et al.*, 2015). Lacey & Unruh (2005) afirmam que obrigatoriamente os nematódeos entomopatogénicos devem estar associados a bactérias simbióticas para se obter melhores resultados no controlo da *C. pomonella*.

Em relação as bactérias, *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) produz esporos e inclusões cristalinas, as quais são responsáveis pela sua toxicidade (Glare & O'Callaghan, 2000). Dentro da ordem Lepidoptera são cerca de 572 espécies suscetíveis ao *Bt*, logo, já há resultados comprovando sua eficácia no controlo de *C. pomonella* (Rang *et al.*, 2000; Polanczyk, 2004), sendo a proteína inseticida Cry1Da uma das mais tóxicas contra as larvas de bichado (Boncheva *et al.*, 2006)

Andermatt *et al.* (1988) comentou em um de seus trabalhos que os resultados positivos do uso de *Bt* contra *C. pomonella* são observados apenas em ensaios laboratoriais, pois no campo o comportamento do inseto-alvo pode afetar a eficácia desse agente. Isso porque a larva de *C. pomonella* não ingere alimento durante sua penetração da fruta, ela apenas retira pedaços da epiderme e deposita sem ingestão em cima do orifício de entrada. Além disso, Heyne *et al.* (2008) discutiu a necessidade de maiores ensaios de *Bt* contra *C. pomonella*.

Em contrapartida, Konecka *et al.* (2016) afirmaram que misturas de isolados de *Bt* apresentam maior potencial de proteção contra *C. pomonella* quando comparadas com a toxicidade de bioinseticidas comerciais, indicando assim a possibilidade de um novo fator virulento que aprimora o conjunto de toxinas *Bt* já usado na produção de bioinseticidas (Konecka *et al.*, 2012). Também Liu *et al.* (2013) recomendam a formulação de um inseticida a base de Granulovírus de *C. pomonella* (CpGV) e *Bt*, pois em ensaios a campo na China essa combinação resultou em interessantes resultados no controlo de larvas de *C. pomonella*, apresentando baixo custo e alta eficácia.

Os bioinseticidas *Bt*, diferentemente dos inseticidas de contato, necessitam ser ingeridos em quantidade significativa pela praga. Para isso, deve-se atender a questões como o momento da aplicação, a qual deve coincidir com os estágios iniciais das larvas, visto que as larvas de instares mais avançados são mais tolerantes, exigindo maior consumo de produto pulverizado. Também suas proteínas são degradadas pela ação solar, e pela superfície das folhas. Tais fatores auxiliam na preferência dos produtores por agroquímicos, entretanto, recomenda-se o uso intercalado entre bioinseticidas e produtos químicos a fim de gerir a probabilidade de desenvolvimento de insetos pragas resistentes a determinado ingrediente ativo, assim como reduzir os efeitos nocivos ao ambiente (Adang, 2006).

De entre as principais vantagens no uso de *Bt* destacam-se a especificidade ao inseto-alvo, inocuidade ao meio ambiente, mamíferos, vertebrados e flora em geral, além de reduzir a probabilidade de desenvolvimento de resistência por parte da praga (Monnerat & Bravo, 2000; Iracheta Cárdenas *et al.*, 2001; Medeiros *et al.*, 2006).

Referente aos vírus, existem um grupo de indivíduos com DNA específico que atacam artrópodes e são denominados baculovírus, sendo o Granulovírus de *C. pomonella* (CpGV) um dos mais importantes comercializados para o controle de *C. pomonella* em pomares biológicos e convencionais (Lacey *et al.*, 2005; Vieira & Dias, 2014; Sauer, 2017; Sauer *et al.*, 2017a).

O CpGV é usado desde seu primeiro registro em 1987 na Suíça como controle biológico em pomares de macieiras em todo o mundo (Huber, 1998; Jehle *et al.*, 2014). Em 2004 observaram-se casos de suscetibilidade reduzida ao vírus no sudeste da França (Berling *et al.*, 2009) e em 2005 relatos de casos de resistência em pomares na Alemanha (Fritsch *et al.*, 2005).

Entretanto, acredita-se que esses casos de resistência ainda não sejam um grande obstáculo no uso desse meio de controle. Mesmo assim, novos isolados de CpGV já estão sendo avaliados para que a resistência não se torne algo efetivo (Jehle, 2008), até porque a eficiência do CpGV (Madex Twin®) já foi comprovada a nível laboratorial e em pomares de macieira na Suíça com taxas de controle próximas a 90% com aplicação de 100 mL do produto comercial por hectare (Zingg *et al.*, 2012).

Recomenda-se que sua aplicação ocorra assim que os ovos da primeira geração de *C. pomonella* aparecerem (Caprile & Vossen, 2011) a fim de garantir altas taxas de controle. Um dos maiores obstáculos do uso de CpGV é sua ação lenta, que mesmo após

a aplicação permite estragos superficiais no fruto antes da morte da larva (Takata *et al.*, 2013).

De entre os fungos entomopatogênicos destaca-se *Beauveria bassiana* Bals (Garcia-Gutierrez *et al.*, 2004) e *Metarhizium anisopliae* Metsch (César Filho *et al.*, 2002; Devotto *et al.*, 2013) sendo esses usados a nível comercial por apresentarem cepas específicas que chegaram a apresentar cerca de 50% de mortalidade em larvas de *C. pomonella* (figura 06).

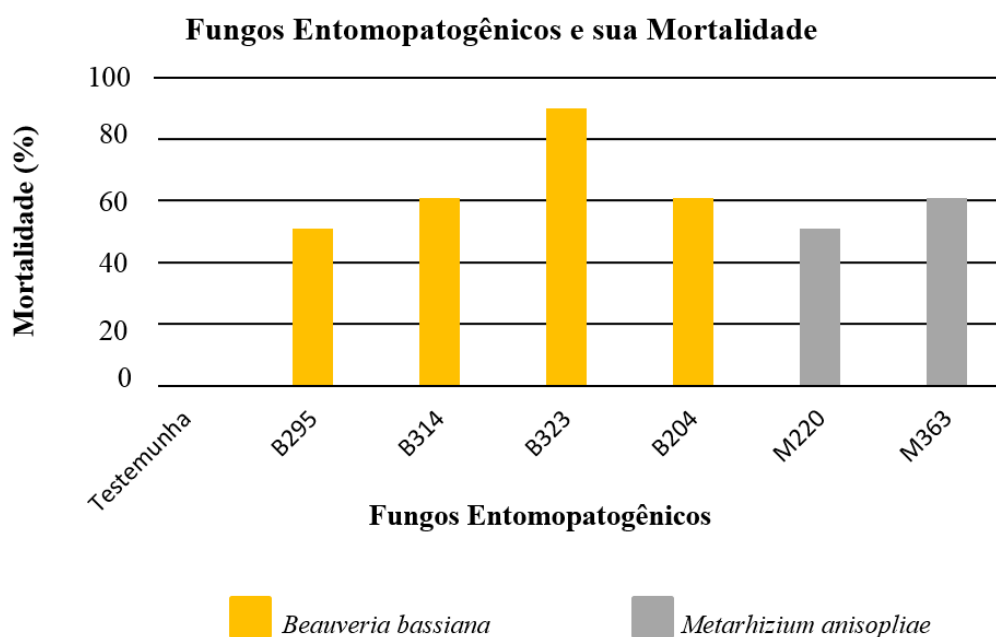


Figura 06. Prova de seleção de fungos entomopatogênicos de acordo com a mortalidade que produzem em larvas de *Cydia pomonella* L..

Fonte: Devotto *et al.* (2005).

Todas essas técnicas enquadradas dentro do controle biológico tornam-se mais valiosas quando se conhece o ciclo de vida e a bioecologia do inseto-praga e do inimigo natural. Além disso, toda ação tomada se torna mais eficiente quando é inserida dentro de um programa de Maneio Integrado de Pragas, para dessa forma atingir o total controle num menor período de tempo e com menor custo de produção (Brunner *et al.*, 1993).

Em relação à aquisição de parasitoides ou organismos entomopatogênicos, pode comprar online indivíduos como *T. minutum* (TRICHOforce™ PL) e *T. platneri* (TRICHOforce™ M), ambos comercializados pela Beneficial Insectary, uma empresa californiana. A empresa Koppert – Biological Systems, no Brasil, comercializa produtos biológicos a base de *Beauveria bassiana* (Boveril ®). Já para o *M. anisopliae* há vários

produtos comerciais disponíveis para a venda, um exemplo é o *Metarhizium Oligos*®, da Oligos Biotec, uma Instituição voltada ao controlo biológico e Agrotecnologia também no Brasil.

No caso de inseticidas biológicos existe uma grande gama de produtos disponíveis comercialmente. Bioinseticidas a base de *Bt* são produzidos por empresas como a Bio Controlo (AGREE®), Sumitoto (DIPEL®), e em Portugal tem-se a SIPCAM com a comercialização do bioinseticida Sequra®. Para o uso de spinosade, a empresa Dow AgroSciences dispõe do inseticida Tracer®, um dos mais utilizados a base de ingrediente ativo. Já para produtos a base de azadiractina têm-se disponíveis produtos como ALIGN ® da empresa SIPCAM e Azact ® da empresa LACSA.

2.5 Estudo do Grão de Pólen e a Alimentação dos Adultos

A palinologia é uma ciência voltada para o estudo morfológico do pólen, sua dispersão e aplicações. É possível através dela reconhecer o grupo de espécies de plantas a que determinado pólen pertence e aferir as informações necessárias para estudos relacionados (Freitas, 2002). Assim é possível determinar diferentes aspetos relacionados com o comportamento de artrópodes através da palinologia, pois permite perceber que espécies vegetais são usadas como recurso alimentício pelos artrópodes através do estudo dos grãos de pólen no seu tubo digestivo ou a determinação de plantas visitadas mediante o estudo do pólen depositado no corpo dos indivíduos.

A área que se dedica ao estudo do pólen associado aos insetos é denominada de entomopalinologia e engloba assuntos como pesquisa sobre abelhas, distâncias de buscas, biologia da polinização e padrões de migração (Jones & Jones, 2001). Medeiros *et al.* (2010), por exemplo, usaram grãos de pólen de determinadas plantas como marcadores naturais para atrair e manter espécies de predadores úteis para o cultivo de hortícolas.

A alimentação de lepidópteros quando existe, é comumente restrita ao consumo de néctar de flores e em alguns casos de pólen digerido já que esses insetos apresentam aparelho bucal sugador do tipo espirotromba na fase adulta (Bogg, 1997; Silva *et al.*, 2013; Kogler *et al.*, 2014). Entretanto, ao se alimentarem de néctares realizam também a polinização, pois carregam por consequência pólen de uma flor para outra (Freitas & Pinheiro, 2012; de Camargo *et al.*, 2016). Logo, a identificação desse pólen pode ser usada para determinar os recursos de forrageamento do inseto, além dos padrões de

migração e origem (Berkhousen & Shapiro, 1994; Loublier *et al.*, 1994; Jones & Jones, 2001).

O conhecimento da influência da alimentação na longevidade e em particular na fecundidade das fêmeas é de grande relevância por permitir o manejo mais adequado do pomar, eliminando as plantas produtoras de pólen e néctares que favorecem condições adequadas para o desenvolvimento das pragas (Berndt & Wratten, 2005). Em relação a alimentação dos adultos de *C. pomonella* as informações são limitadas, entretanto, afirma-se que há certa preferência por fontes de açúcar, como néctares, molhos de mel, frutas e seus sucos e que estas fontes possuem alguma relação com a longevidade e fecundidade das fêmeas de *C. pomonella* (Norris, 1936; Wenninger & Landolt, 2011).

Para facilitar a identificação dos grãos de pólen pode-se submetê-los à acetólise caso estes não tenham sido previamente digeridos. No caso de estudos polínicos em artrópodes podem-se realizar o processo de acetólises nos indivíduos completos ou fragmentos desses em função do objetivo do trabalho e das características do organismo estudado. Os indivíduos devem compor uma amostra suficiente para garantir o rigor científico e significância estatística do estudo. O método da acetólise refere-se a um preparo polínico, onde a técnica mais difundida foi proposta por Erdtman (1952). A técnica consiste na hidrólise ácida mediante a aplicação de uma mistura acetolítica composta por anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção de 9:1, tendo por objetivo eliminar o conteúdo biológico e facilitar a visualização e identificação do tipo polínico (Gasparino & Cruz-Barros, 2006).

CAPÍTULO 3 – Materiais e Métodos

Entre os meses de abril e outubro foram realizadas visitas semanais à área experimental com o intuito de desenvolver as atividades propostas nos pomares.

A nível de campo, os dois pomares de macieira em estudo localizam-se na região de Carrazeda de Ansiães, sendo um em modo de produção integrada (41°13'35.6"N 7°16'55.9"W) (figura 07a) e outro sem controlo químico nos últimos três anos (41°13'36.82"N 7°17'25.65"W) (figura 07b), com área de quatro e seis hectares respectivamente. Os pomares encontram-se a uma altitude entre 750 a 800 metros de altitude, numa região de clima sub-continental, por apresentar Verões curtos e quentes e Invernos frios e longos (Agroconsultore, 1991). A faixa média de precipitação anual fica à volta de 620 a 650 mm, e a temperatura média anual é de 11,8 °C (Nascimento & Sampaio, 2001).



(a)



(b)

Figura 07. Macieira instalada no Pomar em Modo de Produção Integrada (a) e macieira instalada no Pomar sem Controlo Químico Recente (b).

Ambos os pomares apresentam compasso de 4,2 x 1,7 m com sistema de condução em eixo central revestido. As variedades cultivadas no Pomar em Modo de Produção Integrada (PMPI) são Starking e Golden, enquanto no Pomar sem Controlo Químico Recente (PSQR) é apenas a variedade Golden. Os dois pomares têm como porta-enxerto o MM106 que apresenta elevado vigor (Lopes *et al.*, 2008).

O PMPI, como já comentado tem suas atividades orientadas pela Produção Integrada, enquanto o PSQR não possui nenhum modo de produção associada as atividades realizadas, sendo que apenas são efetuadas as ações de poda em verde, manejo da cobertura vegetal e colheita.

Os dados da temperatura e precipitação foram medidos através de uma Estação Meteorológica Automática (Campbell, Sci), da rede de Estações da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, localizada em Carrazeda de Ansiães (41°21'N 7°27'W), e que se situa na proximidade da área de estudo.

No Laboratório de Agrobiotecnologia da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança foram preparados os materiais antes do início dos procedimentos e realizadas as análises em microscópio de inimigos naturais e pólen, assim como posteriores identificações e classificações consideradas relevantes para todo material vivo recolhido.

Em anexo ao Laboratório de Agrobiotecnologia, encontram-se as câmaras de crescimento com ambiente controlado para desenvolvimento de *C. pomonella* e inimigos naturais recolhidos. Os Laboratórios de Ensaios Químicos e de Ensaios Físicos foram utilizados para realizar o procedimento acetolítico.

3.1 Materiais

- Armadilha tipo delta;
- Base com cola entomológica para armadilha tipo delta;
- Feromona em cápsula para *Cydia pomonella* L.;
- Pinça entomológica;
- Cinta-armadilha em papel canelado;
- Fita adesiva castanha 66x50 mm;
- Fita sinalizadora branca e vermelha 3 m;
- Faca do tipo X-Acto de 9 mm;
- Saco de plástico de 30 litros;

- Tubo de ensaio de polipropileno de 5 mL;
- Tubo de ensaio de polipropileno de 10 mL;
- Caixa de acrílico de 30 x 40 x 40 cm;
- Lupa Binocular Olympus SZ30 & SZ-ST;
- Microscópio Leica DM2000, com lente objetiva Leica Hi Plan 40x/0.65 PH 2;
- Câmera Digital para Microscópio Leica DFC 295;
- Retângulo de madeira de 100cm x 25cm;
- Tubos de micro centrífuga de 1,5mL;
- Pilão de plástico para tubos de micro centrífuga de 1,5mL;
- Suporte para tubos de micro centrífuga de 1,5mL;
- Agitador térmico TS-100, BioSan;
- Microcentrífuga 5415 R, Eppendorf;
- Lâminas de vidro para microscópio 2,6 cm x 7,6 cm, 90° fosca lapidada, RS France;
- Lâminulas de vidro 2,2 cm x 2,2 cm, RS France;
- Micropipeta Pipetman;
- Ponteiras para Micropipeta;
- Pipeta de Pasteur de 4,5 mL;
- Vortex mixer, VWR International;
- Béquer 50 mL, Labbox;
- Béquer 100 mL, Labbox;
- Tubo de ensaio 250 mL, Labbox;
- Tubo de ensaio 50 mL, Labbox;
- Garrafas médias de vidro reutilizável com tampa, 250 mL, Fisherbrand;
- Frigorífico Smeg;
- Capela de laboratório;
- Éter de petróleo 40-60°C, 5 litros, Fisher Scientific;
- Anidrido acético (Reag. Ph. Eur.) PA-ACS-ISO, M.=102,09, 1 litro, Panreac;
- Ácido sulfúrico 95-97% p.a., 2,5 litros, Chem-Lab NV;
- Ácido acético glacial 99-100% p.a., 2,5 litros, Chem-Lab NV;
- Glicerina farmacêutica (USP/EP).

3.2 Métodos

A seguir, é apresentada a metodologia utilizada para atingir os objetivos do estudo. Todas as atividades foram relatadas e encontram-se descritas tal e qual foram desenvolvidas a nível de campo e laboratório.

3.3.1 Monitorização do Voo do Bichado da Macieira

Para acompanhar o voo dos adultos de *C. pomonella* em cada um dos pomares, foram instaladas três armadilhas tipo delta separadas entre si em pelo menos 50 metros com feromona sexual. As armadilhas foram colocadas ao nível do segundo arame (1,5 metros de altura do solo) de forma aleatória nas parcelas em estudo, sendo que este arame faz parte da estrutura do sistema de condução da macieira em eixo central revestido adotado nesses pomares. A feromona foi substituída mensalmente com auxílio de pinça entomológica, seguindo as recomendações do fabricante, e a contagem dos adultos foi realizada semanalmente, entre maio e outubro de 2017 (figura 08).



Figura 08. Simulação da recolha dos adultos de *Cydia pomonella* L. capturados em armadilha tipo delta.

Os dados coletados a campo foram submetidos a análise no Excel, para que se pudesse avaliar a atividade de curva de voo dos adultos de *C. pomonella*, assim como

para a abundância do bichado da macieira. Além disso, para esse último fator foi utilizado um Modelo Aditivo Generalizado (do inglês *Generalized Additive Model - GAM*) com *log-link* (função de ligação necessária para que os dados estimados não apresentem valores negativos) para ajustar a densidade populacional de *C. pomonella* ao longo do período de amostragem em função do modo de produção (PSQR e PMPI). A natureza da abundância de *C. pomonella* durante o período de estudo é não linear, portanto a variável tempo, medida em dias Julianos (contagem sequencial de dias) foi ajustada como *smoother*, ou seja, com uma função que adiciona ao gráfico de dispersão uma linha não paramétrica de tendência. Devida à presença de overdispersão (grande variabilidade dos dados) foi selecionada a distribuição Binomial Negativa. Foi utilizada a função GAM do pacote “MGVC” (Wood, 2011) no Software R (R Core Team, 2016).

3.3.2 Identificação de Inimigos Naturais

A avaliação dos inimigos naturais ocorreu em duas épocas diferentes, sendo uma referente à primeira geração da praga e a outra, à segunda geração de *C. pomonella*. Para o efeito, procede-se ao desenvolvimento e implantação da cinta-armadilha em papel canelado.

3.3.2.1 Parasitismo Associado ao bichado da macieira, *Cydia pomonella* L.

Avaliou-se o parasitismo associado ao bichado da macieira e a influência que o controle da praga ou a falta desse exerce sobre a abundância e diversidade de espécies parasitoides. Para efeito, foram colocadas no final da primeira e segunda geração de *C. pomonella*, 100 unidades de cinta-armadilha em papel canelado, distribuídas em 50 árvores de cada pomar, sendo utilizadas 100 unidades de cinta-armadilha em cada uma das implantações realizadas. Pode-se observar no quadro 06 as datas referentes as duas implantações da cinta-armadilha em papel canelado.

Quadro 06. Datas de montagem e retirada da cinta-armadilha em papel canelado.

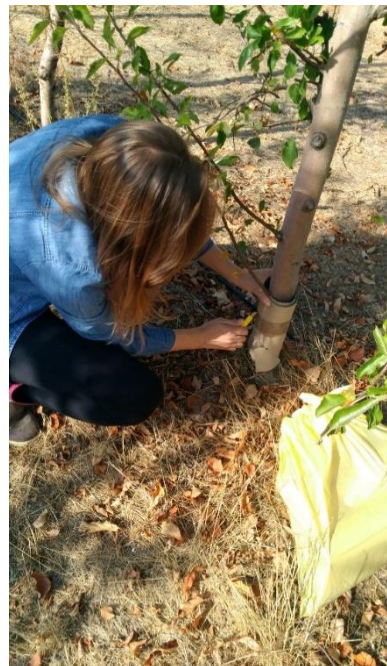
Geração de <i>C. pomonella</i>	Data de Montagem	Data de Retirada
Primeira Geração	15/06/2017	04/07/2017
Segunda Geração	14/09/2017	12/10/2017

As cintas-armadilhas em papel canelado com dimensões de 25 cm de largura por 50 cm de comprimento, foram presas com fita adesiva na parte basal dos troncos,

próximas ao solo (figura 09a). Em cada pomar foram escolhidas aleatoriamente dez linhas de plantação, as quais foram identificadas com fita sinalizadora branca-vermelha. A começar por uma árvore arbitrária, eram montadas cintas-armadilhas em intervalos de cinco árvores, contabilizando um total de cinco armadilhas por fileira. A retirada ocorreu de forma cuidadosa com o auxílio de facas tipo X-Acto, e as cintas-armadilhas de cada pomar foram recolhidas num mesmo saco plástico para evitar a perda de qualquer tipo de indivíduo presente, como demonstra a figura 09b.



(a)



(b)

Figura 09. Cinta-armadilha em papel canelado implantada na base do tronco de macieira (a) e simulação da retirada da cinta-armadilha em papel canelado (b).

Posteriormente, as cintas-armadilhas foram colocadas em caixas de acrílico com dimensões de 30 cm de comprimento por 40 cm de largura e 40 cm de altura. As caixas apresentam tampa que possui fundo vasado revestido com tecido que permite a ventilação adequada dentro da caixa. Além disso, também existem 2 orifícios circulares em cada caixa, revestidos com o mesmo tecido da tampa ou com papel-filme, que permitem o manuseio do material depositado na caixa sem a necessidade de abertura da mesma.

Posteriormente, as caixas de acrílico foram acondicionadas por quatro semanas em câmara de crescimento com ambiente controlado no Laboratório de Agrobiotecnologia, à temperatura de 22 °C, humidade de 70% e 16: h de fotoperíodo (figura 10).



Figura 10. Caixas em acrílico com cintas-armadilhas em papel canelado dispostas na câmara de crescimento com ambiente controlado.

Após esse período, as cintas-armadilhas foram abertas de forma cuidadosa, e os indivíduos capturados foram dispostos em tubos de ensaio de prolipropileno de 10 mL contendo álcool 70% para conservação até que fossem realizadas a identificação e a contagem.

Nessa última etapa, com o auxílio de um Lupa Binocular Olympus SZ30 & SZ-ST, com ampliação de quatro vezes, foram identificados os inimigos naturais quando possível até espécie. Os indivíduos foram contabilizados e identificados como exemplares da praga, parasitoides, predadores e outros insetos.

Deve-se salientar que devido ao número de insetos coletados nas cintas-armadilhas em papel canelado, foi possível diferenciar o número e a abundância dos inimigos naturais entre os pomares.

3.3.3 Inventário Florístico e Avaliação de Pólen

Nas parcelas em estudo foram realizados inventários florísticos (15/06/2017) coincidentes com os períodos de capturas de adultos de *C. pomonella*. Foram registradas a diversidade e abundância seguindo a escala de cobertura de Daubenmire modificada por Bailey (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1990), conforme pode ser observado na figura 11.



Figura 11. Amostragem da cobertura vegetal dos pomares realizada durante o inventário florístico.

Para tal, efetuaram-se 30 amostras aleatórias utilizando um retângulo de madeira com dimensões de 100 x 25 cm em cada pomar. Em cada uma das amostras foram contabilizadas as espécies, sua abundância e estado fenológico, sendo nesse último item classificados em fruto, flor ou estado vegetativo.

Posteriormente, os dados colhidos no campo foram reunidos num folha de cálculo no software Microsoft Office Excel para elaboração de tabela com espécies e percentagem de cobertura.

Os adultos capturados em cada colheita semanal nas armadilhas tipo delta (figura 12a) foram submetidos a uma avaliação do pólen potencialmente consumido pelos indivíduos. No total foram avaliados 372 adultos, os quais foram submetidos ao processo de acetólise, posterior contagem e identificação dos pólenes encontrados.

No sentido de avaliar o comportamento dos adultos de *C. pomonella*, nomeadamente em relação às plantas visitadas no processo de alimentação e oviposição nos pomares em estudo, cinco adultos de cada uma das armadilhas foram selecionados aleatoriamente em cada contagem semanal. Estes foram colocados em tubos de micro centrífuga de 1,5 mL e submersos em solução de éter de petróleo por três dias (figura 12b). O intuito de usar o éter de petróleo é eliminar o pólen no exterior dos indivíduos e o excesso de cola entomológica usada na base da armadilha para prender os insetos que ali pousam.

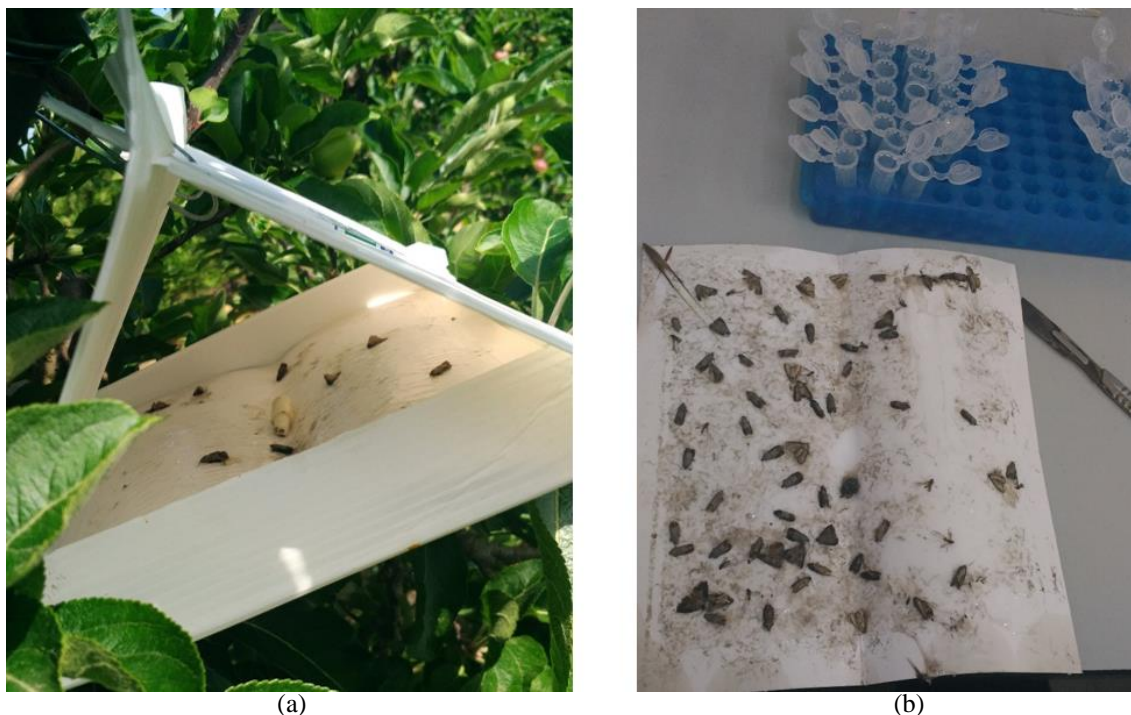


Figura 12. Armadilha tipo delta com feromona para *Cydia pomonella* L. montada em campo (a) e adultos de *Cydia pomonella* L. presos na base da armadilha tipo delta (b).

Os adultos foram retirados da solução e conservados em frigorífico a -4°C e submetidos ao processo de acetólise (Erdtman, 1952) com o objetivo de eliminar os tecidos do inseto e matéria orgânica dos grãos de pólen. A metodologia de Erdtman (1952) para acetólise sugere que os adultos da *C. pomonella* sejam submersos em ácido acético glacial de 99-100 % p.a. para que desidratem.

Em seguida, o ácido acético glacial foi descartado, e cada adulto da *C. pomonella* foi macerado com um pilão de plástico para microtubo de 1,5 mL (figura 13).



Figura 13. Momento de maceração dos adultos de *Cydia pomonella* L. durante processo acetolítico.

Na sequência, verteu-se 0,5 mL da mistura acetolítica em cada tubo de microcentrífuga de 1,5 mL. A mistura acetolítica consiste numa solução de anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção 9:1.

Os tubos preparados foram encaminhados para banho-maria a 100 °C durante seis minutos num agitador térmico (figura 14a). Posteriormente, centrifugou-se o conteúdo dos tubos durante 5 minutos a 12000 rpm com temperatura de 26 °C em microcentrífuga para tubos de 1,5 mL (figura 14b). O sobrenadante foi descartado, e foram adicionados 0,5 mL de água destilada para que novamente os tubos fossem centrifugados nas mesmas condições anteriores. A limpeza foi repetida por três vezes.

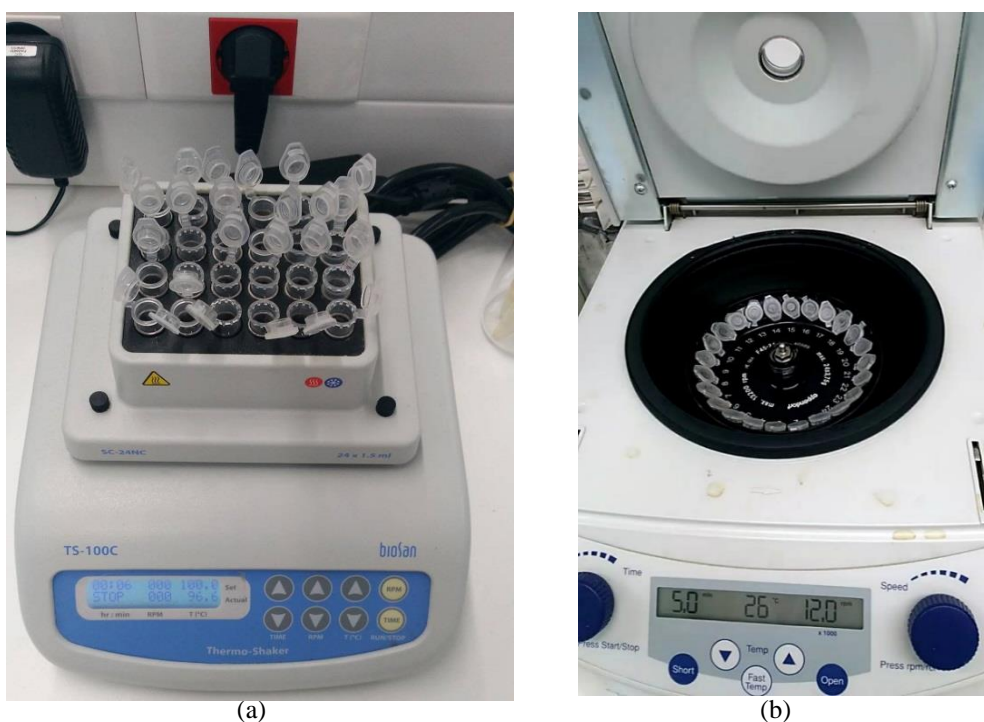


Figura 14. Tubos de micro-centrífuga de 1,5mL dispostos no agitador térmico (a) e disposição dos tubos de centrifuga de 1,5 mL na microcentrífuga (b).

De seguida, os tubos foram acondicionados em estufa a 50 °C durante 24 horas para que o conteúdo líquido de seu interior evaporasse.

Após isso, deu-se início à preparação das lâminas. Em cada microtubo de 1,5 mL foi adicionada uma gota de glicerina líquida com uma pipeta de Pasteur, para que com o auxílio de um Vortex, fosse homogeneizado, e então depositado nas lâminas, para posterior observação dos grãos de pólen em microscópio óptico.

Os grãos de pólen foram identificados usando Microscópio Leica DM2000, com lente objetiva Leica Hi Plan 40x/0.65 PH 2 e com câmera digital Leica DFC 295. As imagens foram processadas no software *Leica Application Suite* (LAS Core) (figura 15).



Figura 15. Fotografia de pólen obtida através do software LAS Core.

Após analisar as lâminas obtidas pelo processo acetolítico e obter imagens dos pólenes observados, foi possível classificá-los até o tipo polínico usando a metodologia sugerida por Valdés *et al.* (1987) e Moore *et al.* (1991).

Os tipos polínicos identificados nos adultos foram comparados com os identificados nos inventários florísticos para estabelecer uma relação com a possível preferência pelos adultos de *C. pomonella* de acordo com os recursos florísticos disponíveis na área de estudo.

CAPÍTULO 4 - Resultados e Discussão

Nesse capítulo são apresentados os resultados e discussões dos itens abordados. Para melhor compreensão, os mesmos foram subdivididos em: curva de voo, população de inimigos naturais e por fim, avaliação do pólen. São apresentadas informações relevantes com base científica que justificam a discussão, e quando possível, para facilitar a compreensão e interpretação, estas são expressas em formas de figuras.

4.1 Monitorização do Voo do Bichado da Macieira

O período de avaliação do número de adultos de *C. pomonella* capturados em armadilhas tipo delta foi de 09 de maio de 2017 até 26 de setembro de 2017, o qual corresponde ao período efetivo de campanha da macieira em Carrazeda de Ansiães.

Na figura 16 é possível observar as curvas de voo obtidas com os dados do Pomar sem Controlo Químico Recente (PSQR) e no Pomar em Modo de Produção Integrada (PMPI). Além disso, a mesma figura apresenta a relação entre a temperatura média semanal (°C) e o acumulado de precipitação semanal (mm).

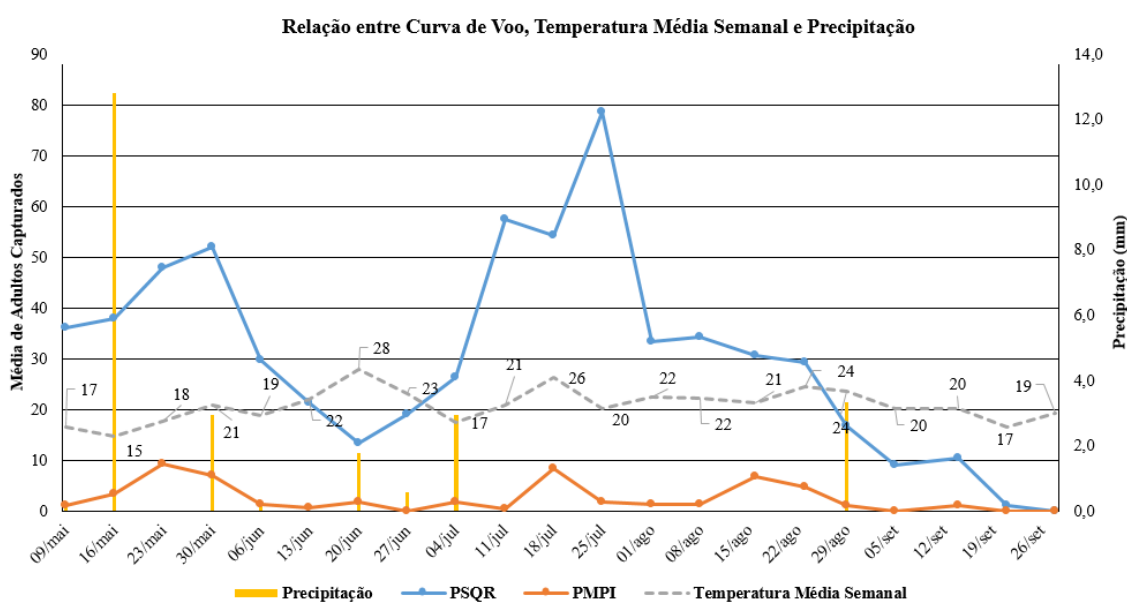


Figura 16. Curva de voo da *Cydia pomonella* L. em ambos os pomares, temperatura média semanal e precipitação na Região de Carrazeda de Ansiães.

Na figura 16 observam-se dois picos de capturas, sendo o primeiro a 30 de maio com uma média de 52 indivíduos no PSQR e o segundo pico em 25 de julho com captura média de 79 indivíduos. Enquanto no PMPI o primeiro pico ocorreu à 23 de maio com

média de 9 indivíduos capturados e no segundo pico, ocorrido em 18 de julho, foram capturados em média 8 indivíduos.

No decorrer do período de voo dos adultos foram capturados em média 30 indivíduos por armadilha no PSQR e apenas dois indivíduos no PMPI, ou seja, foram capturados 15 vezes mais adultos no PSQR em relação ao PMPI.

Na análise das curvas de voo (figura 16) é possível identificar duas gerações do inseto, a primeira com voo dos adultos entre início de maio e meados de junho, provavelmente correspondendo à primeira geração de *C. pomonella*. A segunda geração identificada apresentou voo de adultos entre final de junho e final de setembro, altura em que as capturas terminaram e os pomares foram colhidos; acredita-se que esta corresponda à segunda geração do inseto no pomar nesse ano. Os resultados vão de encontro com os valores apresentados por Chayka *et al.* (2016) na Ucrânia, num trabalho realizado em três pomares de macieiras que diferiam na idade, nas variedades conduzidas e no sistema de controlo químico de pragas. Além disso, Coutinho (2011a) afirma que em Portugal é comum a ocorrência de duas gerações anuais, sendo a primeira demarcada pelo voo dos adultos entre abril e junho, e a segunda geração entre julho e setembro.

Ainda, as informações de período de ocorrência das atividades de voo de ambas as gerações apresentam semelhança com o que foi apresentado por Alston (2006) nos Estados Unidos, Miletić *et al.*, (2011) na Sérvia e Sumedrea *et al.* (2015) na Romênia.

Caso ocorram algumas variações de datas específicas de começo de geração, ou até a ocorrência de uma geração a mais, isso pode ser justificado de acordo com Maaaro (2011), que afirma que o clima da região produtora e as temperaturas ocorridas no ano de produção são fatores chave na expressão do comportamento da *C. pomonella* em relação ao número de gerações num ano (Welter, 2009).

Percebe-se também que os picos de voo das duas gerações foram coincidentes nos dois pomares, notando-se apenas uma semana de diferença em relação a data de ocorrência e variação de número de indivíduos capturados. Os picos de atividade de voo no PMPI ocorreram na maioria das vezes com uma semana de antecedência quando comparados a curva de voo no PSQR, esse fato pode ser explicado devido a distância de aproximadamente 400 metros entre os dois pomares. Outros fatores que podem ter influenciado podem ter relação com o relevo, vegetação das áreas vizinhas e proximidade com estradas e outros pomares de macieira.

O pico de atividade de voo referente à primeira geração da praga registado no PSQR foi precedido por uma temperatura média semanal de 21 °C e 3 mm de precipitação, enquanto o segundo pico de atividade de voo, referente à segunda geração, foi precedido por uma temperatura média semanal de 20 °C sem a ocorrência de precipitação. Acredita-se que este último pico, com maior apontamento de adultos capturados, seja responsável pelo registo dos adultos da segunda geração da *C. pomonella*, pois ocorreu no final do ciclo da macieira nesse pomar. A partir dessa expressiva atividade de voo, as capturas diminuíram significativamente até alcançarem o número zero, o qual coincidiu com o encerramento da campanha de maçãs de 2017 no pomar.

As avaliações registadas no PMPI exibem também dois picos de atividade de voo dos adultos de *C. pomonella*, porém bem menos acentuados que no caso anterior. As temperaturas médias semanais atingidas nas semanas antecedentes a captura dos adultos no primeiro e segundo pico de atividade de voo são 18 °C e 16 °C respectivamente, sem registo de precipitação para essas semanas.

Em relação a densidade populacional de *C. pomonella* em ambos os pomares o Modelo Aditivo Generalizado (figura 17) apresentou a relação entre a abundância de *C. pomonella* cada um dos pomares, assim como os pontos observados, e as contagens em cada data de recolha de dados.

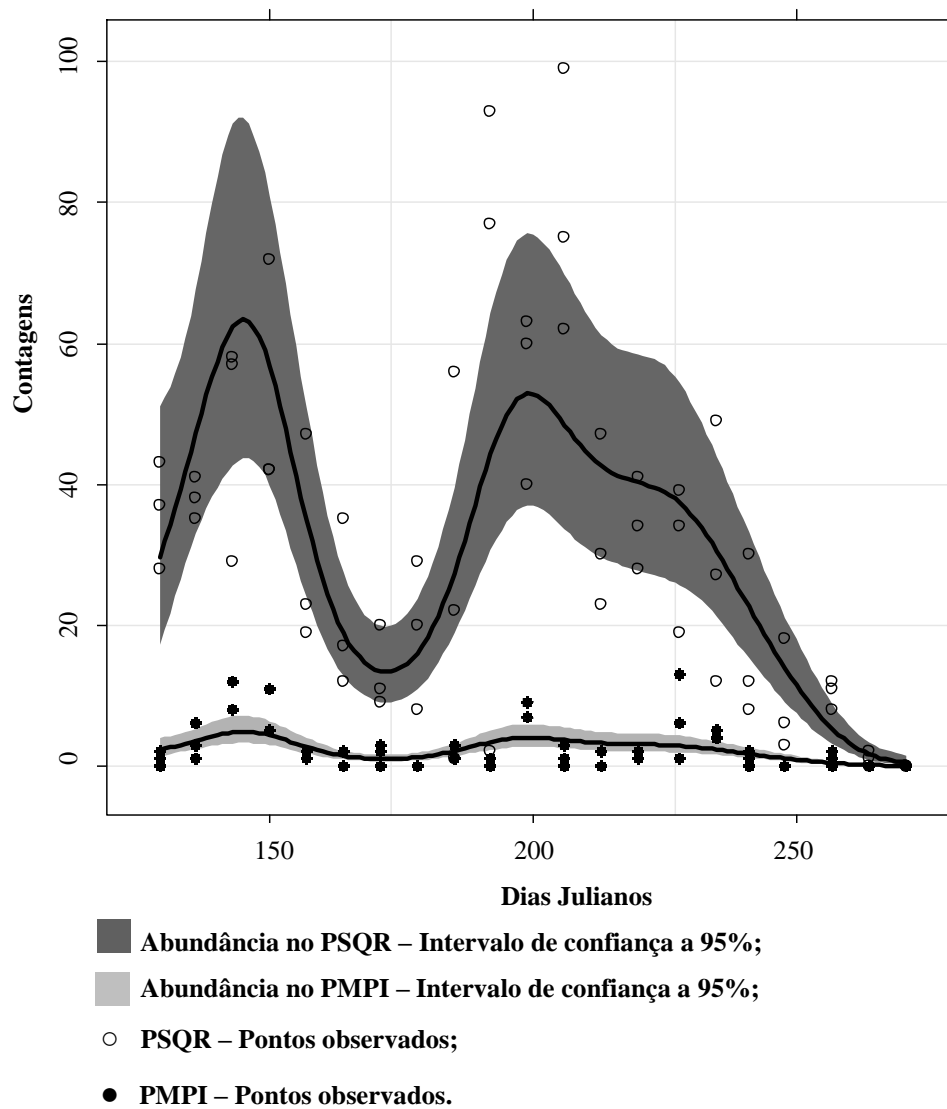


Figura 17. GAM binomial negativo para abundância de *Cydia pomonella* L.(contagens) durante o período de avaliação (dias Julianos) nos dois pomares em estudo.

Também para esse fator a figura 18 exibe a média acumulada por data dos indivíduos capturados durante o período de estudo nos dois pomares (PSQR e PMPI).

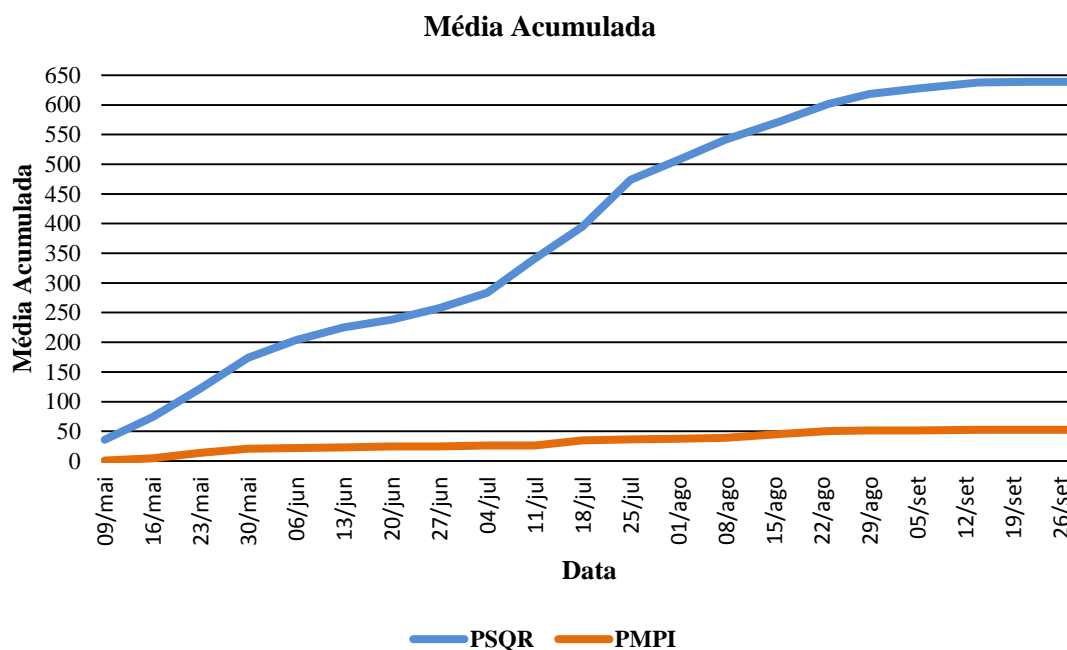


Figura 18. Média acumulada dos adultos de *Cydia pomonella* L. capturados em ambos os pomares.

Em relação a figura 17 é possível afirmar que de acordo com o GAM a abundância de *C. pomonella* foi significativamente inferior no PMPI do que no PSQR ($estimate = -2.571$; $SE = 0.148$; $Z = -17.31$; $p-value = <2e-16$). A função *smooth* dos dias julianos foi significativa ($edf = 7.347$; $\chi^2 = 115.6$; $p-value = < 2e-16$). Além disso, é possível perceber pela figura 18, através da média acumulativa, a diferença de abundância de adultos do bichado da macieira entre os dois pomares. A média por armadilha de indivíduos capturados no PSQR foi de 79 adultos de *C. pomonella*. Em contraste, no PMPI, a média obtida foi de 9 indivíduos por armadilha, ou seja, cerca de 8 vezes mais indivíduos capturados no PSQR em relação ao PMPI durante o mesmo período de avaliação.

A partir disso, confirma-se a hipótese de que pomares submetidos a algum tipo de controle de pragas, nesse caso a Proteção Integrada, apresentam entre as principais vantagens a redução da população da praga, além de racionalizar, como consequência, os custos de produção, gerar preocupação com a sustentabilidade ambiental e dispor de um produto com maior qualidade para a comercialização e com maior respaldo dentro de mercados exigentes (Calegario *et al.*, 2014).

4.2 Identificação de Inimigos Naturais

A avaliação da população de inimigos naturais ocorreu em dois períodos diferentes. Um relacionado à primeira geração de *C. pomonella* (figura 19) e o outro em relação à segunda geração (figura 20).

Nas figuras é possível observar a diversidade e abundância dos artrópodes capturados nas cintas-armadilhas em papel canelado nos dois períodos. Além disso, cada figura compara os valores obtidos para os mesmos indivíduos nos dois pomares em estudo.

A figura 19 apresenta a relação dos artrópodes registados durante a primeira colocação de cinta-armadilha em papel canelado nos pomares que ocorreu em 15 de junho de 2017, com retirada no dia 04 de julho de 2017.

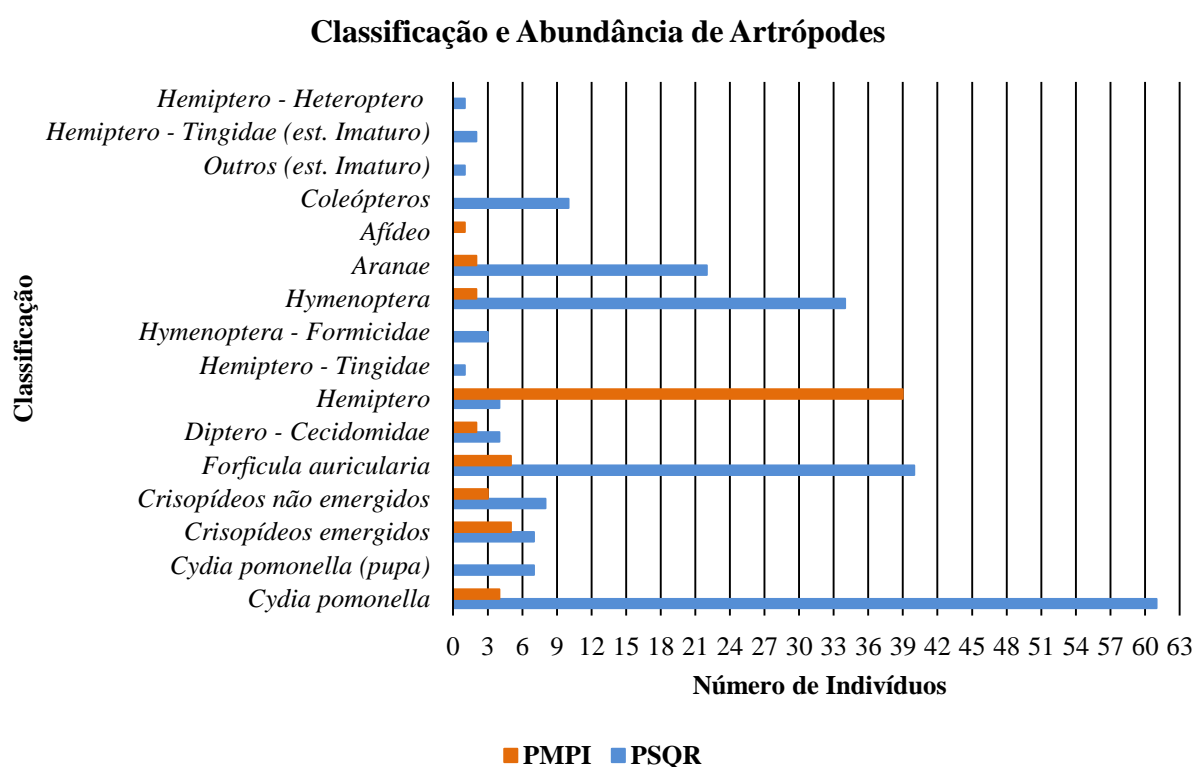


Figura 19. Classificação e número de artrópodes capturados durante a primeira geração de *Cydia pomonella* L..

A figura 20 exhibe a relação entre o número e a classificação de artrópodes registados na segunda colocação de cinta-armadilha em papel canelado nos pomares em estudos, que ocorreu entre os dias 14 de setembro de 2017 e 12 de outubro de 2017.

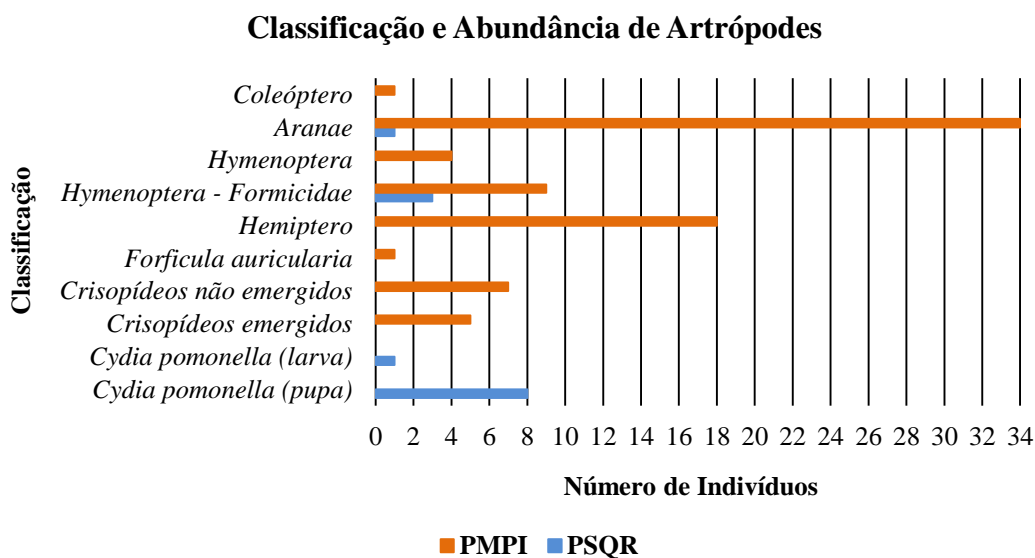


Figura 20. Classificação e número de artrópodes capturados durante a segunda geração de *Cydia pomonella* L..

Durante as duas avaliações (figuras 19 e 20) da população dos inimigos naturais de *C. pomonella* foram capturados indivíduos que foram divididos entre exemplares de *C. pomonella*, seus predadores, parasitoides e outros artrópodes.

No que se refere ao primeiro período de avaliação foram observados um total de 268 artrópodes, dos quais: 65 adultos de *C. pomonella* e 45 adultos de *F. auricularia* (cerca de 65% de relação entre a população do bichado e de *F. auricularia*) sendo este classificado como um dos principais predadores; além de 48 hemipteros e 23 crisopídeos. Em relação aos possíveis parasitoides foram contabilizados 38 himenopteros. Deste total, 205 (76,5%) artrópodes foram observados no PSQR e 63 (23,5%) no PMPI, ou seja, cerca de 3,2 vezes mais artrópodes capturados no PSQR em relação ao PMPI.

No segundo período de avaliação, nota-se a discrepante diferença no que se refere a riqueza e abundância de artrópodes recolhidos. Esse fato pode ter-se ficado a dever a um eventual atraso na colocação do papel canelado nos pomares, já que esse ano foi atípico para a maioria das culturas devido a falta de chuva e em especial a temperatura elevada; isso fez com que boa parte das atividades dentro do pomar fossem adiantadas,

principalmente a colheita. Logo, a população do bichado sofreu declínio antes do que era previsto.

Foram observados um total de 94 artrópodes somando os resultados dos dois os pomares. Os indivíduos encontrados foram classificados como predadores em 35 aranhas, 18 hemipteros, 12 crisopídeos e 01 *F. Auricularia*. Dentro da classificação como possíveis parasitoides foram encontrados 04 himenopteros. Deste total, 81 (86,17% do total) artrópodes foram contabilizados no PMPI e apenas 13 (13,86% do total) no PSQR, ou seja, cerca de 6,22 vezes mais artrópodes no PMPI em relação ao PSQR.

Deve-se levar em consideração que a composição da comunidade de insetos auxiliares é influenciada pela presença de vegetação quebra-vento, pela formação de sebes espontâneas em torno dos pomares, pela presença de pomares na vizinhança, além, principalmente pelo modo de produção, que pode ser convencional ou biológico (Maalouly *et al.*, 2013).

Dentre os indivíduos capturados através da cinta-armadilha e identificados na primeira avaliação notou-se no PSQR a predominância de *F. auricularia* e de exemplares de Hymenoptera e de Aranae. No PMPI a predominância ocorreu principalmente por parte de exemplares da Ordem Hemiptera, e em menor expressão por adultos de *F. auricularia* e crisopídeos. Isso demonstra que houve presença de inimigos naturais em nível potencial em ambos os pomares, sendo estes, parte da fauna auxiliar responsável pela redução da população de *C. pomonella*.

Forficula auricularia é considerada predadora de ovos de *C. pomonella*, entretanto segundo Glen (1975), um dos principais inconvenientes da presença desse inseto é sua capacidade de produzir buracos rasos na superfície das maçãs, proporcionando um ambiente favorável ao ataque de fungos, como por exemplo *Monilinia fructigena* Honey ex Whetzel, responsável pela podridão marrom (Croxall *et al.*, 1951; Sial, 1957).

Os neurópteros da família Chrysopidae (*Chrysoperla* spp.) também encontrados durante as capturas são considerados importantes predadores de ovos de *C. pomonella* e relatados como espécies benéficas para o controle dessa praga (Wood, 1965; Arthurs *et al.*, 2007; Dib *et al.*, 2010). Além de outros predadores da Ordem Aranae, e Himenopteros da família Formicidae.

Também foram contabilizados Dipteros da família Cecidomidae, Hemipteros da super-família Aphidoidea, da família Tingidae, e da sub-ordem Heteroptera e de outras

famílias não identificadas, além de indivíduos da Ordem Coleóptera e outros que por estarem em estado imaturo de desenvolvimento não foi possível determinar qual sua ordem de classificação.

4.3 Inventário Florístico e Avaliação do Pólen

Na figura 21 é possível analisar as espécies ou famílias que foram amostradas e respectiva abundância relativa (população de cada família) durante o inventário florístico realizado nos dois pomares em estudo.

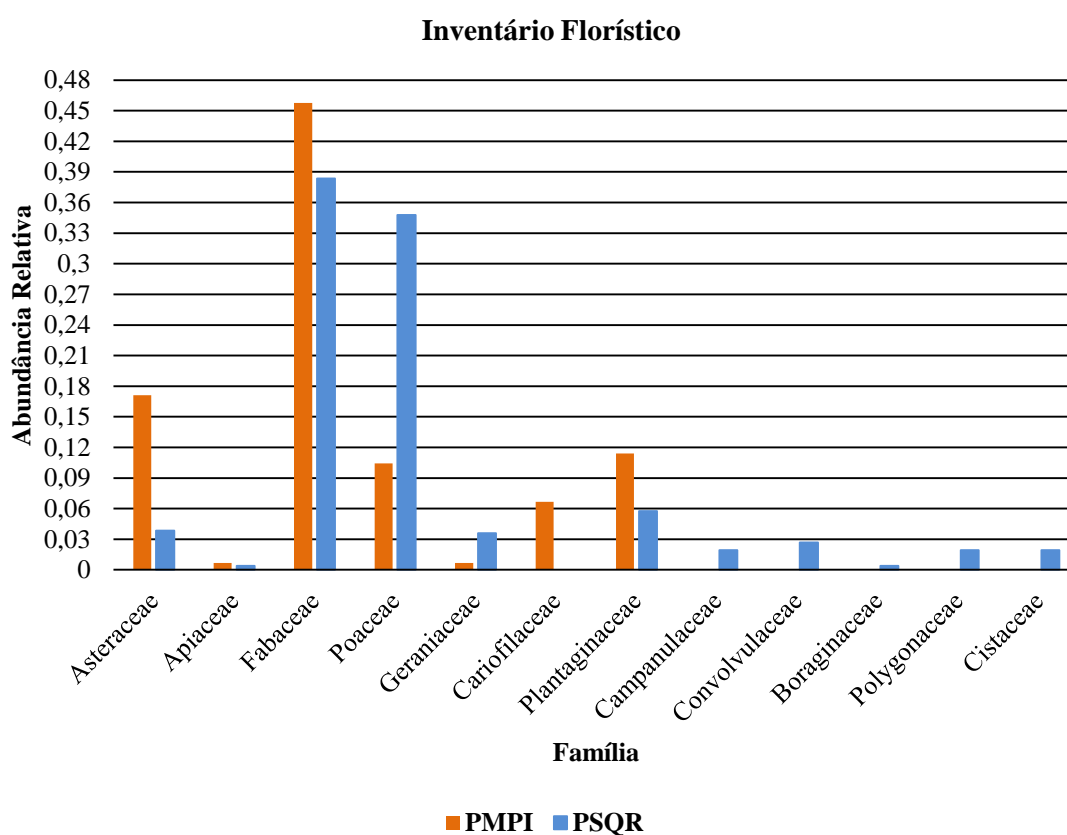


Figura 21. Inventário florístico realizado em junho de 2017 em dois pomares na região de Carrazeda de Ansiães.

Já na figura 22 é possível avaliar quais foram os tipos polínicos identificados e a sua quantidade nas 372 lâminas após o processo acetolítico.

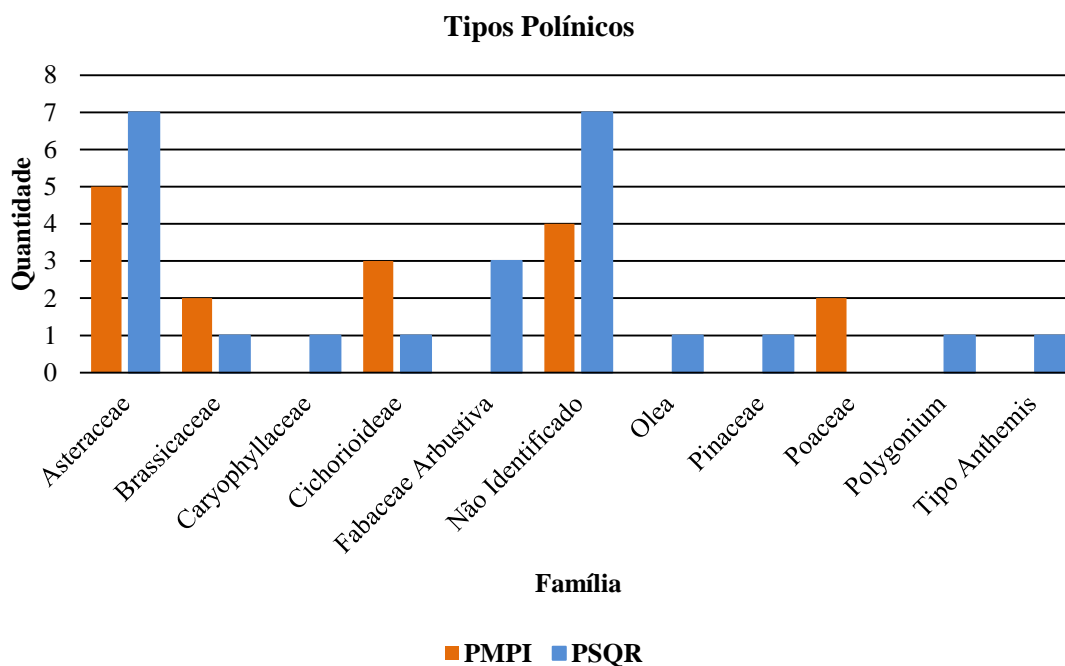


Figura 22. Tipos polínicos dos grãos de pólen observados e suas ocorrências nos adultos de *Cydia pomonella* L. em cada pomar estudado.

Foram analisados 372 adultos, e destes apenas 9,14% apresentaram grãos de pólen. Nos indivíduos com pólen, o número de grãos oscilou entre um e sete. O número total de tipos polínicos encontrados foi de sete para os adultos coletados no PMPI e 11 para os adultos coletados no PSQR, como pode se observado na figura 22.

O reduzido número de grãos de pólen presentes nos adultos de *C. pomonella* indica que provavelmente não houve consumo de pólen. O pólen encontrado terá resultado da atividade de alimentação, na procura de néctar das plantas visitadas, podendo existir algum consumo ocasional. Isso pode ser justificado devido ao aparelho bucal sugador do tipo espirotromba que os lepidópteros adultos apresentam, que não permitem a ingestão de alimentos sólidos, e sim apenas líquidos (Kogler *et al.*, 2014).

A família vegetal que apresentou maior número de tipos polínicos foi a Asteraceae seguido de Cichorioideae (figura 21). Entretanto, a família com maior abundância de plantas no inventário realizado foi a Fabaceae seguida da Poaceae.

Esses resultados podem ser justificados através da busca por néctar por parte dos adultos de *C. pomonella* em áreas periféricas aos pomares, ou seja, seu percurso de plantas visitadas foi além dos limites das áreas de estudo. Através do site *Flora-on* (<http://flora-on.pt/>), é possível perceber que algumas plantas não contabilizadas no inventário florístico realizado no local fazem parte da provável vegetação da região de Carrazeda de

Ansiões durante o período de coleta de adultos de *C. pomonella*. Entre essas plantas destacam-se *Digitalis purpurea* L. (Família: Plantaginaceae), *Armeria transmontana* Samp. (Família: Plumbaginaceae), *Petrorhagia saxifraga* (L.) Link (Família: Caryophyllaceae), *Ortegia hispanica* Loefl. ex L. (Família: Caryophyllaceae), *Bufovia macropetala* Willk. (Família: Caryophyllaceae), *Galium glaucum* L. (Família: Rubiaceae), *Anarrhinum duriminium* (Brot.) Pers. (Família: Scrophulariaceae).

Foram encontrados grãos de pólen (figura 22) pertencentes a arbustos e árvores no tubo digestivo de *C. pomonella*. Isso reflete a possibilidade de voo dos adultos da praga em plantações que circundam os pomares estudados, já que a vegetação comumente encontrada na área de estudo era herbácea, e não de porte arbustivo, que são os que coincidem com alguns dos tipos polínicos encontrados.

Os resultados apresentados sugerem pela primeira vez a visita dos adultos de *C. pomonella* em espécies da família Asteraceae, já que exemplares dessa família foram utilizados para atividades repelentes contra *C. pomonella* (Landolt *et al.*, 1999, Nerio *et al.*, 2010). No caso da família Fabaceae, Emmet (1979) relatou que a *C. pomonella* já apresentou evidências de usar espécies dessa família como planta hospedeira (Hill & Gourlay, 2002).

Em relação as demais famílias, a presença do seu pólen nos adultos avaliados pode ter relação com a busca por parte da praga, por plantas com compostos químicos similares aos encontrados em suas plantas hospedeiras mais comuns, sendo que isso ocorre, em situações de mal interpretação de compostos químicos por fêmeas ou atos de desespero quando não há hospedeiros primários disponíveis. (Pérez-Contreras, 1999; Salinas-Castro *et al.*, 2014).

CAPÍTULO 5 - Conclusões

A partir dos resultados obtidos é possível avaliar a presença de *C. pomonella* e de como sua interação com o ambiente é expressiva durante o período da campanha de produção de maçã na região de Carrazeda de Ansiães no ano de 2017. O comportamento de *C. pomonella* nesse trabalho foi expresso através da curva de atividade de voo, relação com inimigos naturais e análise do pólen obtido através de suas visitas a vegetação do pomar e arredores.

A curva de atividade de voo demonstrou que no Pomar sem Controlo Químico Recente o nível populacional de *C. pomonella* foi mais significativo do que no Pomar em Modo de Produção Integrada, ou seja, atividades de controlo que envolvam ações no âmbito cultural, físico, químico e principalmente biológico são de extrema importância para a mitigação do ataque da praga. Além disso, por contar com programas de monitorização de pragas, o Pomar em Modo de Produção Integrada apresenta a interessante diferença na redução de possíveis estragos ocasionados por *C. pomonella* assim que sua população atingir o nível de dano económica.

É interessante salientar que a Produção Integrada de macieira, com enfoque para a Proteção Integrada de *C. pomonella* deve ter atenção redobrada, pois, além de reduzir níveis populacionais, tem como consequência uma campanha agrícola com menores custos financeiros, maiores ganhos qual e quantitativos além da preocupação com a sustentabilidade ambiental através da racionalização do uso de produtos químicos no manejo do pomar.

Ainda, por apresentar maior população de *C. pomonella*, o Pomar sem Controlo Químico Recente apresentou de igual forma maiores populações de inimigos naturais na primeira amostragem realizada. Em relação a segunda avaliação os dados não foram satisfatórios devido ao baixo número de artrópodes coletados. Recomenda-se que em trabalhos futuros as colocações de cinta-armadilha em papel canelado ocorram imediatamente a seguir ao pico de voo.

Os inimigos naturais são de grande importância para um controlo biológico efetivo, e para que isso seja possível, é necessário que as ações culturais realizadas no pomar venham de encontro a existência e manutenção desses indivíduos de forma a colaborar com as medidas preventivas de controlo de população de *C. pomonella*. Quando não é exercido nenhum tipo de ação no Pomar, como foi o caso do Pomar sem Controlo Químico Recente é possível perceber que mesmo com uma população significativa de

inimigos naturais, isso não seja o suficiente para suprimir os estragos causados pela praga e seu aumento exponencial de população. Os inimigos naturais são apenas uma ferramenta de auxílio no controle, e devem ser integrados a outras ações para que haja sucesso efetivo durante a Proteção Integrada de *C. pomonella* e de outras pragas.

Já a avaliação do pólen remete a vegetação presente no pomar e exterior do mesmo que auxiliaram na permanência de *C. pomonella* naquela área, pois, acredita-se que caso não haja plantas atrativas para o adulto, o mesmo procurará locais mais distantes para se alimentar.

Levando em consideração os resultados apresentados e o que é discutido por Bone *et al.* (2009) acredita-se que a principal vantagem de se usar cobertura do solo dentro dos pomares é a manutenção da população de inimigos naturais que auxiliarão na redução dos prejuízos causados por *C. pomonella* (Bone *et al.*, 2009). Entretanto, devem-se conhecer as plantas que são potenciais hospedeiras para o bichado e partindo dessa ótica, o desenvolvimento de um trabalho mais direcionado à relação de *C. pomonella* com a vegetação inerente e fronteira ao pomar deve ser elaborado a fim de compreender a possível interação existente entre esses fatores. Tais resultados irão beneficiar em primeira instância, campanhas de prevenção no combate ao bichado, no que se refere a ações de controle cultural eliminando plantas hospedeiras até então desconhecidas.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- Adang, M. J. (2006). An Overview of *Bacillus thuringiensis* Biopesticides [resumo].
- Agroconsultores, C. (1991). Carta dos solos, carta do uso actual da terra e carta da aptidão da terra do nordeste de Portugal. *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro: Vila Real, Portugal*.
- Aguiar, A., Godinho, M. D. C., & Costa, C. A. (2005). Produção Integrada. *Sociedade Portuguesa de Inovação*.
- Aguiar, L. M., & Guissem, J. M. (2002). Graus-dia estimado com diferentes valores de temperatura base na cultura do milho (*Zea mays* L.). In *Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em anais de congresso*. [resumos expandidos].
- Alhaj, S. (2009). Studies on codling moth *Cydia pomonella* L. parasitoids in Lattakia governorate, Syria. Master thesis in agricultural engineering, department of plant protection, agricultural faculty, Damascus University. pp:106
- Alkarrat, H. (2014). Inter-and intraspecific variation of nutritional and environmental adaptation of egg-parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Doctoral dissertation in agricultural science, University of Hohenheim. pp:155.
- Almatni, W. (2003) Survey and study of Natural enemies of Codling moth, *Cydia pomonella* L., in As-Sweida and evaluation of some of Bio-Agent Measures. Ph.D thesis in agricultural engineering, Department of plant protection, agricultural faculty, Damascus University. pp.295.
- Alston, D. (2006). Codling Moth (*Cydia pomonella*). *Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory*. Disponível em: <<https://climate.usurf.usu.edu/includes/pestFactSheets/Codling-Moth.pdf>>.
- Amaro, P. (2003). *A protecção integrada* (pp. 1-458). Lisboa: ISAPress.
- Andermatt, M., Mani, E., Wildbolz, T. H., & Lüthy, P. (1988). Susceptibility of *Cydia pomonella* to *Bacillus thuringiensis* under laboratory and field conditions. *Entomologia experimentalis et applicata*, 49(3), 291-295.
- Angeli, G., Anfora, G., Baldessari, M., Germinara, G. S., Rama, F., De Cristofaro, A., & Ioriatti, C. (2007). Mating disruption of codling moth *Cydia pomonella* with high densities of Ecodian sex pheromone dispensers. *Journal of applied entomology*, 131(5), 311-318.

- Arthurs, S. P., Lacey, L. A., & Miliczky, E. R. (2007). Evaluation of the codling moth granulovirus and spinosad for codling moth control and impact on non-target species in pear orchards. *Biological Control*, 41(1), 99-109.
- Assunção, A. (1998). Pragas da Nogueira–Bichado da Noz. *DRAEDM, Divisão de Viticultura e Fruticultura, Ficha técnica*, 66.
- Aubry, O. (2008). Lutte attracticide et lâchers inondatifs de trichogrammes contre le carpocapse de la pomme, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Mémoire. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en biologie.
- Baker, H., & Ripado, M. F. B. (1980). *Árvores de fruto: das macieiras e pereiras às figueiras e pessegueiros: pequenas fruteiras, do morangueiro à videira*. Publicações Europa-América, Mem Martins.
- Balevski, N. (2009). *Biodiversity, host specialization and trophic relations of braconid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) phytophagous insect pests-plants hosts*. Doctoral dissertation, Habilitation thesis, Plant Protection Institute, Bulgaria.
- Barnes, M. M. (1991). Codling moth occurrence, host race formation, and damage. *Tortricid pests: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 313-328.
- Basheer, A., Aslan, L. & Alhaj, S. (2010) Survey of parasitoids of codling moth *Cydia pomonella* L. in Eramo region in Lattakia governorate (Syria). *Arab Journal of Plant Protection*, 28, 91–95.
- Basheer, A. M., Alhaj, S. I., & Asslan, L. H. (2016). Parasitoids on codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and walnut orchards in Syria. *EPPO Bulletin*, 46(2), 295-297.
- Batalha, J. H., Pinto, M. H., Gonçalves, M. L. & Caetano, M. F. (2001). Pragas e Doenças da Macieira. *Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral: Estação de Avisos do Dão e Estação de Avisos de Leiria*.
- Bayer. (2009). Praga: Bichado da fruta. *Crop Science – Portugal*. Disponível em: <http://www.bayercropscience.pt/internet/culturas/problema.asp?id_problema=108>.
- Berkhousen, A. E., & Shapiro, A. M. (1994). Persistent pollen as a tracer for hibernating butterflies: the case of *Hesperia juba* (Lepidoptera: Hesperiiidae). *The Great Basin Naturalist*, 71-78.

- Berling, M., Blachere-Lopez, C., Soubabere, O., Lery, X., Bonhomme, A., Sauphanor, B., & Lopez-Ferber, M. (2009). *Cydia pomonella* granulovirus genotypes overcome virus resistance in the codling moth and improve virus efficiency by selection against resistant hosts. *Applied and environmental microbiology*, 75(4), 925-930.
- Berndt, L. A., & Wratten, S. D. (2005). Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. *Biological Control*, 32(1), 65-69.
- Beserra, E. B., & Parra, J. R. P. (2004). Biology and parasitism of *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(1), 119-126.
- Bezemer, T.M. & Mills, N.J., (2001). Host density responses of *Mastrus ridibundus*, a parasitoid of the Codling moth, *Cydia pomonella*. *Biological Control* 22, 169-175.
- Bezemer, T.M. & Mills, N.J. (2003). Clutch size decisions of a gregarious parasitoid under laboratory and field conditions. *Animal Behaviour* 66, 1119-1128.
- Bittencourt, C. C., Mattei, L. F., Sant'anna, P. R. D., Longo, O. C., & Barone, F. M. (2011). *Small business* através do panóptico. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. *Revista de Administração Pública-RAP*, 45(4).
- Bleicher, J. (2002). História da macieira. *A Cultura da macieira. Florianópolis: EPAGRI*, 29-36.
- Boggs, C. L. (1997). Reproductive allocation from reserves and income in butterfly species with differing adult diets. *Ecology*, 78(1), 181-191.
- Bone, N. J., Thomson, L. J., Ridland, P. M., Cole, P., & Hoffmann, A. A. (2009). Cover crops in Victorian apple orchards: effects on production, natural enemies and pests across a season. *Crop Protection*, 28(8), 675-683.
- Boncheva, R., Dukiandjiev, S., Minkov, I., de Maagd, R. A., & Naimov, S. (2006). Activity of *Bacillus thuringiensis* δ -endotoxins against codling moth (*Cydia pomonella* L.) larvae. *Journal of invertebrate pathology*, 92(2), 96-99.
- Boneti, J. I. S., Katsurayama, Y., & Valdebenito Sanhueza, R. M. (2001). Manejo da sarna na Produção Integrada da Maçã. *Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica*.
- Botelho, P. S. M., Parra, J. R. P., Magrini, E. A., Haddad, M. L., & Resende, L. C. L. (1995). Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794)(Lep.: Pyralidae)

- por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. *Rev. Bras. Entomol*, 39, 591-595.
- Brunner, J. F. (1993a). Codling Moth. *Tree Fruit Research & Extension Center – Orchard Pest Management Online* Disponível em: <<http://treefruit.wsu.edu/crop-protection/insect-mite-pests/codling-moth/>>.
- Brunner, J. F. (1993b). *Ascogaster quadridentata* Wesmael. *Tree Fruit Research & Extension Center – Orchard Pest Management Online*. Disponível em: <<http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displayspecies.php?pn=927>>.
- Brunner, J. F. (1993c). *Trichogramma minutum* Riley. *Tree Fruit Research & Extension Center – Orchard Pest Management Online*. Disponível em: <<http://www.tfrec.wsu.edu/pages/opm/TRC>>.
- Brunner, J. F., Hoyt, S. C. & Beers, E. H. (1993). Integrated Pest Management Overview. *Tree Fruit Research & Extension Center – Orchard Pest Management Online*. Disponível em: <<http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displayIPM.php?pn=10>>.
- Brunner, J., Welter, S., Calkins, C., Hilton, R., Beers, E., Dunley, J., ... & Van Buskirk, P. (2002). Mating disruption of codling moth: a perspective from the Western United States. *IOBC wprs Bulletin*, 25(9), 11-20.
- Burballa, A., Sarasua, M. J., & Avilla, J. (1995). Alimentación, mortalidad y desarrollo de *Cydia pomonella* (L.) y de *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner) sobre dieta con extracto de neem incorporado. *Bol San. Veg. Plagas*, 21, 425.
- CABI – Centre for Agriculture and Biosciences International. (2007). *Cydia pomonella*. [Distribution map]. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20056600009>>.
- Calegario, F. F., Iwassaki, L. A., Sato, M. E., Costa, H., & Zawadneak, M. A. C. (2014). Produção integrada. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, 35(279), 11-21.
- Canals, L. V. (2010). Seguimiento y control de la carpocapsa (*Cydia pomonella*) em producción ecológica. *Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Ficha Técnica PAE 13*:
- Caprile, J. L. & Vossen, P. M. (2011). Codling moth. University of California – Agriculture & Natural Resources. Statewide Integrated Pest Management Program. Disponível em: <<http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7412.html>>.

- Cattaneo, A. M., Gonzalez, F., Bengtsson, J. M., Corey, E. A., Jacquin-Joly, E., Montagné, N., ... & Bobkov, Y. V. (2017). Candidate pheromone receptors of codling moth *Cydia pomonella* respond to pheromones and kairomones. *Scientific reports*, 7, 41105.
- Cavaco, M. (2011). Normas Técnicas para a Produção Integrada de Pomáceas. Lisboa: Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 1, 86.
- César Filho, E., Marques, E. J., & Barros, R. (2002). Selection of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) and *Beauveria bassiana* (Bals.) isolates to control *Alabama argillacea* (Huebner) caterpillars. *Scientia Agricola*, 59(3), 457-462.
- Chapman, P.J. (1973). Bionomics of the apple-feeding Tortricidae. *Annual Review of Entomology* 18: 73–96.
- Charmillot, P.J. & Pasquier, D. (2002). Progression de la resistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 34 (2): 95-100
- Chayka, V. M., Rubezhniak, I. G., & Petryk, O. I. (2016). The control of *Cydia pomonella* L. in apple orchards of forest steppe of Ukraine in the conditions of climatic change. *Наукові доповіді НУБіП України*, (7 (64)).
- Chidawanyika, F., & Terblanche, J. S. (2011). Rapid thermal responses and thermal tolerance in adult codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Insect Physiology*, 57(1), 108-117.
- Cichón, L. I.; Fernandez, D. E. (2003). Biología de la carpocapsa (*Cydia pomonella*) em el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária*. Disponível em: <<https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-biologiacarpo.pdf>>.
- Codling Moth Information Support System (CMISS). (1998). Bionomics of codling moth. Disponível em: <<http://ipmnet.org/codlingmoth/bionomics/index.html>>.
- Costa, C. A. D., Correia, H. E., Correia, P., Costa, D., Gaião, D., Guiné, R., ... & Pinto, A. (2016). E-book Agricultura biológica. EOSA/IPV, Vigo.
- Costa, J. P. N. (2006). O aranhão-vermelho em Proteção Integrada da Vinha. *Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Ficha Técnica 107*.
- Costa, M. A., Viana, P. A., Ribeiro, P. D. A., & Duarte, N. (2010). Persistência de extrato aquoso de folhas de nim em mistura com melão para o controle de *Spodoptera frugiperda*, no milho. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso*. [resumos expandidos].

- COTHN – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional. (2011a). Proteção de Culturas: Bichado da fruta – *Cydia pomonella*. Disponível: <<http://infoagro.cothn.pt/portal/index.php?id=3362>>
- COTHN – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional. (2011b). Proteção de Culturas: *Monilia fructigena* Pers. – Moniliose. Disponível em: <<http://infoagro.cothn.pt/portal/index.php?id=1315>>.
- Coutinho, C. (2011a). O bichado (*Cydia pomonella*) em pomáceas. Ficha técnica 37 – DRAP Norte. 1 ed. Disponível em: <http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_050_2006.pdf>.
- Coutinho, C. (2011b). A mosca do Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann). Ficha técnica 40 – DRAP Norte. 1 ed. Disponível em: <http://www.drapn.mamaot.pt/drapn/conteudos/ft2010/ficha_tecnica_40_2011.pdf>.
- Croxall, H. E., Collingwood, C. A., & Jenkins, J. E. E. (1951). Observations on brown rot (*Sclerotinia fructigena*) of apples in relation to injury caused by earwigs (*Forficula auricularia*). *Annals of Applied Biology*, 38(4), 833-843.
- Cruz, L. (2010). Fogo bacteriano–*Erwinia amylovora*. *Boletim Técnico. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Instituto Nacional de Recursos Biológicos*. Disponível em: <http://www.inia.pt/fotos/editor2/erwinia_amylovora__fogo_bacteriano.pdf>.
- Darcy, A.R. & John, J.B., 1990. Embryonic castration of the Codling moth, *Cydia pomonella* by an endoparasitoid, *Ascogaster quadridentata*. *Journal of Insect Physiology*, 36, 111- 118.
- de Camargo, A. J. A., Aquino, F. D. G., & de Abreu, F. B. (2016). Caracterização qualitativa da entomofauna de polinizadores em matas ripárias preservadas e em processo de restauração ecológica no Distrito Federal. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Planaltina: Embrapa Cerrados.
- de Lurdes Silva, M., & Batista, V. (2008). Importância das Infra-Estruturas Ecológicas na Biodiversidade de um Pomar de Macieiras em Modo de Produção Biológico. *Variedades Regionais Portuguesas*, 76.
- de Mello, L. M. R. (2006). Produção e mercado da maçã brasileira: panorama 2005. *Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica*. Bento-Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho.

- de Morais Oliveira, J. E., de Araújo Fernandes, M. H., de Castro Gama, F., Botton, M., & de Carvalho, A. N. M. (2014). Uso da técnica de confusão sexual no manejo populacional de *Cryptoblastes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae) em videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(11), 853-859.
- DeLury, N. C., Gries, G., Gries, R., Judd, G. J., & Brown, J. J. (1999). Sex pheromone of *Ascogaster quadridentata*, a parasitoid of *Cydia pomonella*. *Journal of Chemical Ecology*, 25(10), 2229-2245.
- Devotto, L., Merino, L., France, A. & Arribillaga, D. (2013). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larvae and adults of the codling moth *Cydia pomonella*. *Siconbiol.* Disponível em: <<http://seb.org.br/cd/trabalhos/poster/ento/ENTO70.pdf>>.
- Devotto, L.; Torres, C. P. & Gerding, M. P. (2005). Integración de agentes de control biológico de la polilla de manzana. *Tierra Adentro*. Disponível em: <<http://www2.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/tadentro/TA65NDA205.pdf>>.
- Dib, H., Sauphanor, B., & Capowiez, Y. (2010). Effect of codling moth exclusion nets on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*, and its control by natural enemies. *Crop Protection*, 29(12), 1502-1513.
- Dolphin, R. E., & Cleveland, M. L. (1966). *Trichogramma minutum* as a Parasite of the Codling Moth and Red-Banded Leaf Roller 1 2 3. *Journal of Economic Entomology*, 59(6), 1525-1526.
- Dorn, S., Schumacher, P., Abivardi, C., & Meyhöfer, R. (1999). Global and regional pest insects and their antagonists in orchards: spatial dynamics. *Agriculture, ecosystems & environment*, 73(2), 111-118.
- Doutt, R. L., Annecke, D. P., & Tremblay, E. (1976). Biology and host relationships of parasitoids. *Theory and practice of biological control*, 143-168.
- DRAPC. (2011). Relatório de Atividades – Estação de Avisos da Guarda. *Direção de Serviços de Agricultura e Pescas – Divisão da Protecção Qualidade Produção*. Disponível em: <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/geral/files/relatorio_actividades_ea_guarda_2011.pdf>.
- Embrapa. (2004). *Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Maçã*. Brasília: Embrapa/Sede. p.81.
- Embrapa. (2006). *Controle Biológico*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355163/1994475/fold06-08_controleBiologico.pdf/71cf43ce-0f8e-46da-ac5a-4c76688170e5>.

- Emmet, A. M. (1979). *A Field Guide to the Smaller British Lepidoptera*. London: British Entomological and Natural History Society. 2 ed. p.288.
- Epstein, D. L., Zack, R. S., Brunner, J. F., Gut, L., & Brown, J. J. (2000). Effects of broad-spectrum insecticides on epigeal arthropod biodiversity in Pacific Northwest apple orchards. *Environmental Entomology*, 29(2), 340-348.
- Erdtman, G. (1952). Pollen morphology and plant taxonomy. *GFF*, 74(4), 526-527.
- Espelie, K. E., & Brown, J. J. (1990). Cuticular hydrocarbons of species which interact on four trophic levels: apple, *Malus pumila* Mill.; codling moth, *Cydia pomonella* L.; a hymenopteran parasitoid, *Ascogaster quadridentata* Wesmael; and a hyperparasite, *Perilampus fulvicornis* Ashmead. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 95(1), 131-136.
- Espinoza, J. L., Fuentes-Contreras, E., Barros, W., & Ramírez, C. (2007). Utilización de Microsatélites para la Determinación de la Polilla de la Manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en Chile Central. *Agricultura Técnica*, 67(3), 244-252.
- FAO. (2013). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>.
- FAO. (2016). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>.
- Félix, A. P. & Cavaco, M. (2008). Manual de Protecção Fitossanitária para Protecção Integrada e Agricultura Biológica de Prunóideas: Ameixeira, Cerejeira, Damasqueiro, Ginjeira, Pessegueiro. *Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas*. Lisboa: DGADR. p.149.
- Fernández, D. E. (2012). *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Aspectos de su taxonomía, comportamiento y monitoreo aplicados a programas de control en grandes áreas. Doctorado thesis, in ingeniería agronómica, department de producción vegetal y ciencia forestall, Universitat de Lleida. pp:195.
- Fioravanço, J. C., & dos Santos, R. S. S. (2013). Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde. *Área de Informação da Sede-Colec Criar, Plantar, ABC, 500P/500R*. Brasília: Embrapa. P.239.

- Flint, M. L. (2014). Spring Treatments for Backyard Fruit Tree Insects: Codling Moth. *Retail Nursery and Garden Center IPM News*. Disponível em: <<http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=13237>>.
- Flora-on. (2017). Disponível em: <<http://flora-on.pt/>>.
- Francisco, J. A. (2001). The Effects of Egg Production on Longevity in the Parasitoid *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Disponível em: <<https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2001final/Francisco.pdf>>.
- Franco, J. C. (2010). Infra-estruturas ecológicas e limitação natural dos inimigos das culturas fruteiras. *Actas Portuguesas de Horticultura nº16, 2º Simpósio Nacional de Fruticultura, Castelo Branco*, 4-5.
- Freitas, B. M., & Pinheiro, J. N. (2012). Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros. Brasília: MMA.
- Freitas, F. D. O. (2002). Uso da palinologia em amostras arqueológicas de própolis na reconstituição da vegetação histórica de uma região. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.17.
- Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Kienzle, J., Zebitz, C. P. W. & Huber, J. (2005) Apfelwickler-Granulovirus: Erste Hinweise auf Unterschiede in der Empfindlichkeit lokaler Apfelwickler-Populationen. *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzbund* 57 (2):29-34.
- Garcia, M. D. O. (2004). *Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de Orthezia praelonga (Sternorrhyncha: Ortheziidae)* (Dissertação de mestrado, Mestre em Ciências, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. p.57.
- Garcia-Gutierrez, C.; Gonzalez-Maldonado, M.B.renice; Medrano-Roldan, H. & Chairez-Hernandez, I., (2004) Evaluacion de la cepa BbP1 de *Beauveria bassiana*, Mycotrol(R), Meta-Sin(R) y Azinfos metilico contra *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en laboratorio y campo. *Folia Entomologica Mexicana* 43(1): 1-7
- Gasparino, E. C. & Cruz-Barros, M. A. V. (2006). Palinologia. *Instituto de Botânica – Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente*. Disponível em:

- <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Palinologia_Eduardo_Gasparino.pdf>.
- Gibb, T. (2015). Making Management Recommendations Using IPM. In Timothy Gibb, *Contemporary Insect Diagnostics*, pp. 345. Academic Press.
- Glare, T. R. & O'Callaghan, M. (2000). *Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety*. Chichester: John Wiley and Sons. p. 350
- Glen, D. M. (1975). The effects of predators on the eggs of codling moth *Cydia pomonella*, in a cider-apple orchard in south-west England. *Annals of applied Biology*, 80(1), 115-119.
- Glen, D. M. (1977). Predation of codling moth eggs, *Cydia pomonella*, the predators responsible and their alternative prey. *Journal of Applied Ecology*, 445-456.
- Glenn, P. A. (1922). Relation of temperature to development of the codling-moth. *Journal of Economic Entomology*, 15(3), 193-199.
- Godfray, H. C. J. (2007) Parasitoids. In Simon Levin, *Encyclopedia of Biodiversity*, pp. 5504. Academic Press.
- Granger, K. R., Brunner, J. F. & Doerr, M. D. (2003). Managing Codling Moth with Granulovirus and Spinosad. *WSU Tree Fruit Research and Extension Center*. Disponível em: <<http://entomology.tfrec.wsu.edu/jfbhome/growerarticles/03-WSHAOrganicCMPPoster-JFB.pdf>>.
- Graora, D., & Jerinic-Prodanovic, D. (2005). Flight dynamics and harmfulness of codling moth (*Cydia pomonella* L.). *Plant Doctor*. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CS2005001441>>.
- Haeckermann, J., Rott, A. S., & Dorn, S. (2007). How two different host species influence the performance of a gregarious parasitoid: host size is not equal to host quality. *Journal of Animal Ecology*, 76(2), 376-383.
- Hagley, E. A. C., Holliday, N. J., & Barber, D. R. (1982). Laboratory studies of the food preferences of some orchard carabids (Coleoptera: Carabidae). *The Canadian Entomologist*, 114(5), 431-437.
- Hassan, S. A. (1989). Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Axioxythes orana*, *Pandemims heparana* (Lep.: Tortricidae). *Entomophaga*, 34(1), 19-27.
- Hassan, S. A. (1993). The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science*, 37, 387-391

- Hassan, S. A., Kohler, E., & Rost, W. M. (1988). Testing of several *Trichogramma* species to control the codling moth *Cydia pomonella* L. and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* FR (Lep., Tortricidae). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Germany, FR)*.
- Hausmann, C., Mattiacci, L., & Dorn, S. (2005). Role of host feeding niches and host refuges in habitat-related behaviour of *Hyssopus pallidus* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the codling moth. *Bulletin of Entomological Research*, 95(5), 429-436.
- Herker, M., Kleefeldt, U., & Stephan, D. (2010). Laboratory experiments with entomopathogenic fungi on artificial hideouts for biocontrol of *Cydia pomonella* and *Cydia funebrana*. In *Ecofruit. 14th International Conference on Organic Fruit-Growing*. pp. 149-155
- Heyne, P., Benduhn, B., Fieger-Metag, N., & Maxin, P. (2008). Regulation of *Cydia pomonella* in the Northern German climate. In *Ecofruit-13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*: pp. 284-290
- Hill, R. L., & Gourlay, A. H. (2002). Host-range testing, introduction, and establishment of *Cydia succedana* (Lepidoptera: Tortricidae) for biological control of gorse, *Ulex europaeus* L., in New Zealand. *Biological Control*, 25(2), 173-186.
- Horton, D., Unruh, T., & Higbee, B. (1997). Predatory bugs for biological control of pear psylla. *Good Fruit Grower*, 48, 29-34.
- Hougardy, E., Bezemer, T. M., & Mills, N. J. (2005). Effects of host deprivation and egg expenditure on the reproductive capacity of *Mastrus ridibundus*, an introduced parasitoid for the biological control of codling moth in California. *Biological Control*, 33(1), 96-106.
- Howell, J. F., & Neven, L. G. (2000). Physiological development time and zero development temperature of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 29(4), 766-772.
- Howell, J. F., & Schmidt, R. S. (2002). Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae): Development at constant and at orchard temperatures. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 19(1), 15-23.
- Howell, J. F., Knight, A. L., Unruh, T. R., Brown, D. F., Krysan, J. L., Sell, C. R., & Kirsch, P. A. (1992). Control of codling moth in apple and pear with sex

- pheromone-mediated mating disruption. *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 918-925.
- Huber, J. (1998) Western Europe. In: Frances R. Hunter-Fujita, Philip F. Entwistle, Hugh F. Evans & Norman E. Crook, *Insect viruses and pest management*. New York: Wiley & Sons, pp.620.
- Instrução Normativa N°35, de 27 de outubro de 2015. (2015). Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Brasil.
- Ioriatti, C., Bouvier, J. C., Butturini, A., Cornale, R. & Tiso, R. (2003). Codling moth: the current status of insecticide resistance in the major pipfruit growing regions in Italy. *Informatore Fitopatologico* 53(1): 53-59.
- IRAC – Insecticide Resistance Action Committee. (2013). Maintaining Effective Control Strategies for Codling Moth, *Cydia pomonella*. Disponível em: < <http://www.irac-online.org/documents/cydia-pomonella-irm-poster/>>.
- Iracheta Cárdenas, M. M., Galán Wong, L. J., Ferré Manzanero, J., & Pereyra Alférez, B. (2001). Selección de toxinas Cry contra *Trichoplusia ni*. *Ciencia Uanl*, 4(1), 55-62.
- Jaynes, H. A., & Marucci, P. E. (1947). Effect of artificial control practices on the parasites and predators of the codling moth. *Journal of Economic Entomology*, 40(1), 9-25.
- Jehle, J. A., Sauer, A., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K. (2014). Resistance to *Cydia pomonella* granulovirus: novel findings on its distribution and diversity. In *Ecofruit-16th International Conference on Organic-Fruit Growing: Proceedings of the Conference, Germany*.
- Jehle, J. A. (2008). The future of *Cydia pomonella* granulovirus in biological control of codling moth. In *Ecofruit-13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems, Germany*.
- Jones, G. D., & Jones, S. D. (2001). The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotropical Entomology*, 30(3), 314-349.
- Jones, V. P., & Wiman, N. G. (2008). Longevity of the adult codling moth, *Cydia pomonella*, and the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*, in Washington apple orchards. *Journal of Insect Science*, 8(1), 14.
- Jumean, Z., Jones, E., & Gries, G. (2009). Does aggregation behavior of codling moth larvae, *Cydia pomonella*, increase the risk of parasitism by *Mastrus ridibundus*? *Biological Control*, 49(3), 254-258.

- Jumean, Z., Unruh, T., Gries, R., & Gries, G. (2005). *Mastrus ridibundus* parasitoids eavesdrop on cocoon-spinning codling moth, *Cydia pomonella*, larvae. *Naturwissenschaften*, 92(1), 20-25.
- Kalyanasundaram, M., & Kamala, I. M. (2016). Parasitoids. In *Ecofriendly Pest Management for Food Security* (pp. 109-138).
- Knight, A. L., & Light, D. M. (2001). Attractants from Bartlett pear for codling moth, *Cydia pomonella* (L.), larvae. *Naturwissenschaften*, 88(8), 339-342.
- Knight, A. L., Turner, J. E., & Brachula, B. (1997). Predation on eggs of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in mating disrupted and conventional orchards in Washington. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 94, 67-74.
- Koch, U. T., Lueder, W., Clemenz, S., & Cichon, L. I. (1997). Pheromone measurements by field EAG [electroantennography] in apple orchards. *Bulletin OILB SROP (France)*.
- Kogler, J. T. S., Vilani, D. B., & Bianchi, V. (2014). Efeito do recurso alimentar no desenvolvimento de *Ascia monuste* Orseis (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae). *Salão do Conhecimento*, 2(01).
- Konecka, E., Baranek, J., Hrycak, A., & Kaznowski, A. (2012). Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* strains isolated from soil and water. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Konecka, E., Hrycak, A., & Kaznowski, A. (2016). Erratum: Synergistic effect of *Bacillus thuringiensis* crystalline toxins against *Cydia pomonella* (Linnaeus)(Tortricidae: Lepidoptera)(Entomologia Generalis, vol. 35 (2015), Issue 3, p. 157-166). *Entomologia Generalis*, 317-317.
- Kovaleski, A. (2004) Maçã: Fitossanidade. Série Frutas do Brasil, 38. Bento Gonçalves: *Embrapa Uva e Vinho*. Brasília: Embrapa Uva e Vinho. p.85.
- Kovaleski, A., Carbonari, J., & Albuquerque, M. (2015). Traça-da-maçã, *Cydia pomonella* (L.). In: Evaldo Ferreira Vilela & Roberto Antonio Zucchi, Pragas Introduzidas no Brasil: insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ. p. 980.
- Kovaleski, A., Virgínio, J., Carbonari, J., Viana, R., & Lancini, S. (2012). Guia de procedimentos para o monitoramento e erradicação da *Cydia Pomonella*. Bento Gonçalves:Embrapa Uva e Vinho-Documents. p.29.

- Kovanci, O. B. (2016). Feeding and oviposition deterrent activities of microencapsulated cardamom oleoresin and eucalyptol against *Cydia pomonella*. *Chilean journal of agricultural research*, 76(1), 62-70.
- Kührt, U., Samietz, J., & Dorn, S. (2005). Thermoregulation behaviour in codling moth larvae. *Physiological Entomology*, 30(1), 54-61.
- Kührt, U., Samietz, J., & Dorn, S. (2006). Thermal response in adult codling moth. *Physiological Entomology*, 31(1), 80-88.
- Lacey, L. A., & Unruh, T. R. (2005). Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens. *Vedalia*, 12(1), 33-60.
- Lacey, L. A., Unruh, T. R., & Headrick, H. L. (2003). Interactions of two idiobiont parasitoids (Hymenoptera: Ichneumonidae) of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Journal of invertebrate pathology*, 83(3), 230-239.
- Landolt, P. J., Hofstetter, R. W., & Biddick, L. L. (1999). Plant essential oils as arrestants and repellents for neonate larvae of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 28(6), 954-960.
- Lethmayer, C., Hausdorf, H., Altenburger, J., & Blümel, S. (2009). Trials of alternative codling moth (*Cydia pomonella*) control strategies in Austria. *International Journal of Fruit Science*, 9(4), 385-393.
- Lima, E. P., & Silva, E. D. (2008). Temperatura base, coeficientes de cultura e graus-dia para cafeeiro arábica em fase de implantação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(3), 266-273.
- List, G. M., & Davis, L. G. (1932). The use of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera Chalcididae) Riley in the Control of the Codling Moth in Colorado. *Journal of Economic Entomology*, 25(5), 981-985.
- Liu, X., Lei, C., & Sun, X. (2013). Control efficacy of *Bacillus thuringiensis* and a new granulovirus isolate against *Cydia pomonella* in orchards. *Biocontrol science and technology*, 23(6), 691-700.
- Lopes, A., Pinto, H., Almeida, S., & Salazar, M. (2008). Comportamento de variedades regionais de macieira, em modo de produção biológico. *Variedades Regionais Portuguesas*, 95.

- Loublier, Y., Douault, P., Causse, R., Barthes, J., Bues, R., & Poitout, S. H. (1994). Utilisation des spectres polliniques recueillis sur *Agrotis (Scotia) ipsilon* Hufnagel (Noctuidae) comme indicateur des migrations. *Grana*, 33(4-5), 276-281.
- Maaaro. (2011). Carpopapse de la pomme. *Pour passer une commande Lutte intégrée contre les ennemis du pommier*. Disponible em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/codling.htm>>.
- Maalouly, M., Franck, P., Bouvier, J. C., Toubon, J. F., & Lavigne, C. (2013). Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, ecosystems & environment*, 169, 33-42.
- MacLellan, C. R. (1962). Mortality of Codling Moth Eggs and Young Larvae in an Integrated Control Orchard. *The Canadian Entomologist*, 94(6), 655-666.
- Mahzoum, A. M.; Lazraq, A.; Ghadraoui, L. E.; Rais, C. & Louahlia, S. (2017). Study of the dynamics of codling moth larvae (*Cydia pomonella* L.) in three varieties of Apple (*Malus domestica* Borkh.) in the region of Laanoucer (Morocco). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*.
- Mathews, C. R., Bottrell, D. G., & Brown, M. W. (2004). Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control*, 30(2), 265-273.
- Mattiacci, L., Hütter, E., & Dorn, S. (1999). Host location of *Hyssopus pallidus*, a larval parasitoid of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Biological Control*, 15(3), 241-251.
- Medeiros, M. A. D., Ribeiro, P. D. A., Morais, H. C. D., Castelo Branco, M., Sujii, E. R., & Salgado-Laboriau, M. L. (2010). Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. *Brazilian Journal of Biology*, 70(2), 293-300.
- Medeiros, P. T., Sone, E. H., Soares, C. M. S., Dias, J. M. C. S., & Monnerat, R. G. (2006). Avaliação de produtos à base de *Bacillus thuringiensis* no controlo da traça-das-crucíferas. *Horticultura brasileira*, 24(2), 245-248.
- Melo, D., Bethencourt, L., Ayala, P., Mariño, G., Pérez, C. & López, H. (2005). Folha Divulgativa: Macieira – Série Patologia. *Almanaque Açoriano*. Disponível em: <<http://www.almanaqueacoriano.com/images//biblioteca/pragas-doencas-regional//Patologia%20-%201%20-%200%C3%ADdio%20-%20Macieira.pdf>>.

- Miletić, N., Tamaš, N., & Graora, D. (2011). The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple trees. *TEMDIRBYSTĚ= Agriculture*, 98(2), 213-218.
- Mills, N. (2002). Improving the efficacy of *Trichogramma* releases against codling moth in California. *International Symposium Egg Parasitoids for Biocontrol of Insect Pests*, 6, 44-45.
- Mills, N. (2005). Selecting effective parasitoids for biological control introductions: codling moth as a case study. *Biological Control*, 34(3), 274-282.
- Mills, N. J., Dixon, L., Hanke, R., & Buchner, R. (1996). Integrating parasitism into codling moth control in walnuts. *University of California Fruit & Nut Research and Information Centre*, 155-163.
- Mills, N., Pickel, C., Mansfield, S., McDougall, S., Buchner, R., Caprile, J., et al. (2000). Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. *California Agriculture*, 54, 22-25.
- Miñarro, M., & Dapena, E. (2005). Parasitoids of the codling moth *Cydia pomonella* in Asturian apple orchards [Spain]. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas (España)*. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ES2005000037>>.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. (2007). Sub-fileira: Maçã. Disponível em: <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/pdr_maca.pdf>.
- Monnerat, R. G., & Bravo, A. (2000). Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. *Controle biológico*, 3, 163-200.
- Moore, P. D., Webb, J. A., & Collison, M. E. (1991). *Pollen analysis*. Blackwell scientific publications. p.216.
- Moreda, E. (2013). *Cydia pomonella* L. O bichado da Fruta – AGROTEC, n.7. Disponível em: <https://digitalis.uc.pt/pt-pt/node/105857?ur=bitstream/10316.2/29921/1/Agrotec7_artigo18.pdf>.
- Mota-Sanchez, D., Wise, J. C., Poppen, R. V., Gut, L. J., & Hollingworth, R. M. (2008). Resistance of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), larvae in Michigan to insecticides with different modes of action and the impact on field residual activity. *Pest management science*, 64(9), 881-890.

- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (Ridgway, R. L., Silverstein, R. M., & Inscoc, M. N. (1990). Behavior-modifying chemicals for insect management. *Applications of pheromones and other attractants*. Marcel Dekker Inc., New York, 780pp.
- Murray, M., Alston, D. (2010). Codling moth mating disruption. *Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory*. Disponível em: <<https://utahpests.usu.edu/ipm/ou-files/veg-fruit-resources/res09-MD-analysis.pdf>>.
- Nachtigall, G. R. (Ed.). (2004). *Maçã: produção*. Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p.171.
- Nascimento, A. A., & Sampaio, M. D. L. B. A. (2001). Luta biotécnica no combate ao bichado das pomáceas (*Cydia pomonella*). Disponível em: <<http://www.bayercropscience.pt/download/bichado.pdf>>.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource technology*, 101(1), 372-378.
- Norris, M. J. (1936). The Feeding-Habits of the Adult Lepidoptera Heteroneura. *Ecological Entomology*, 85(2), 61-90.
- Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares. (2013). *Maçã*. Disponível em: <http://www.observatorioagricola.pt/detalhe.asp?id_seccao=41>.
- Odendaal, D., Addison, M. F., & Malan, A. P. (2015). Control of codling moth (*Cydia pomonella*) (Lepidoptera: Tortricidae) in South Africa with special emphasis on using entomopathogenic nematodes. *African Entomology*, 23(2), 259-274.
- Pajač, I., Pejić, I., & Barić, B. (2011). Codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae)–Major pest in apple production: An overview of its biology, resistance, genetic structure and control strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 76(2), 87-92.
- Pasqualini, E. (2015). Bichado da fruta: *Cydia pomonella*. Bayer – Crop Science. Disponível em: <<http://www.bayercropscience.pt/internet/bayertv/video.asp?id=760>>.
- Patanita, M. I., Lourenço, I. C., Caeiro, S., & Vargas, E. (2008). O controlo do bichado da maçã *Cydia pomonella* L.(Lepidoptera: Tortricidae) com recurso ao método da confusão sexual. *Bol. Mus. Mun. Funchal, Sup. n.14*, 105-112.

- Pérez-Contreras, T. (1999). La Especialización en los Insectos Fitófagos: una regla más que una excepción. *Evolución y Filogenia de Arthropoda. Sección V: Ecología Evolutiva*. Departamento de Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. *Bol. SEA*, 26, 759-776.
- Pinto, M. H., Batista, V., Salazar, M., Sofia, J. (2010). A Confusão Sexual no controlo do Bichado da Fruta. *Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – DRAP: Centro Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro*. Disponível em: <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/40_anos_eab/documentos/comunicacoes/bichado_da_fruta_poster.pdf>.
- Pluciennik, Z. (2013). The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) population using mating disruption method. *Journal of Horticultural Research*, 21(1), 65-70.
- Pluciennik, Z., & Olszak, R. (2010). The role of parasitoids in limiting the harmfulness of leafrollers in apple orchards. *Journal of Plant Protection Research*, 50(1), 1-8.
- Polanczyk, R. A. (2004). Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). Dissertação de doutorado, Ciências – Entomologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. p.158.
- Protas, J. D. S., & Valdebenito Sanhueza, R. M. (2002). Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de maçã. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.64.
- Pszczolkowski, M. A., Matos, L. F., Brown, R., & Brown, J. J. (2002). Feeding and development of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae on apple leaves. *Annals of the Entomological Society of America*, 95(5), 603-607.
- Putman, W. L. (1963). The codling moth, *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae): a review with special reference to Ontario. In *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 93, 22-60.
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.
- Ramos, N. & Soares, C. (2014). Aranhaço amarelo – *Tetranychus urticae* Koch. *Ficha de Divulgação n. 18. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve*. Disponível em: <<http://www.drapalg.min->

agricultura.pt/downloads/Temas%20e%20servicios/Inimigos_Culturas_FD_EAA/PRUN_FD-EAA/PRUN_FD2014_EAA_18AranhicoAmarelo.pdf>.

- Rang, C., Lacey, L. A., & Frutos, R. (2000). The crystal proteins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *thompsoni* display a synergistic activity against the codling moth, *Cydia pomonella*. *Current microbiology*, 40(3), 200-204.
- Reed-Larsen, D. A., & Brown, J. J. (1990). Embryonic castration of the codling moth, *Cydia pomonella* by an endoparasitoid, *Ascogaster quadridentata*. *Journal of Insect Physiology*, 36(2), 111-118.
- Resh, V. H., & Cardé, R. T. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects*. Academic Press.
- Reyes, M., Franck, P., Charmillot, P.J., Ioriatti, C. Olivares, J., Pasqualini, E. & Sauphanor B. (2007). Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of codling moth, *Cydia pomonella*. *Pest Manag. Sci.* 63: 890-902.
- Reyes, M., Barros-Parada, W., Ramírez, C. C., & Fuentes-Contreras, E. (2015). Organophosphate resistance and its main mechanism in populations of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) from central Chile. *Journal of economic entomology*, 108(1), 277-285.
- Reyes, M., Bouvier, J. C., Boivin, T., Fuentes-Contreras, E., & Sauphanor, B. (2004). Susceptibilidad a Insecticidas y Actividad Enzimática de *Cydia pomonella* L.(Lepidoptera: Tortricidae) Proveniente de Tres Huertos de la Región del Maule, Chile. *Agricultura Técnica*, 64(3), 229-237.
- Rock, G. C., & Shaffer, P. L. (1983). Developmental rates of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) reared on apple at four constant temperatures. *Environmental Entomology*, 12(3), 831-834.
- Sæthre, M. G., & Hofsvang, T. (2002). Effect of temperature on oviposition behavior, fecundity, and fertility in two northern European populations of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental entomology*, 31(5), 804-815.
- Salinas-Castro, A., Sandi, M. T. M. P., Ramírez-Reyes, T., Luna-Rodríguez, M., & Trigos, Á. (2014). An unusual food plant for *Cydia pomonella* (Linnaeus)(Lepidoptera, Tortricidae) in Mexico. *Revista Brasileira de Entomologia*, 58(3), 261-264.
- Samara, R., Monje, J. C., Zebitz, C. P. W., & Qubbaj, T. (2011). Comparative biology and life tables of *Trichogramma aurosum* on *Cydia pomonella* at constant temperatures. *Phytoparasitica*, 39(2), 109-119.

- Sanders, C.J. (1989). The further understanding of pheromones: biological and chemical research for the future. In: Jutsum, A.R. & Gordon, R.F.S. (Ed.), *Insect pheromones in plant protection*. p.369.
- Sanhueza, R. V. (1998). Cancro europeu das pomáceas (*Nectria galligena*). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.16.
- Saraiva, M. T. L. C. D. (2015). *Boas prática para a cultura da macieira em modo de produção biológica na região do Minho*. Dissertação de mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo. p.102.
- Sauer, A. J. (2017). *Novel types of resistance of codling moth to *Cydia pomonella* granulovirus*. Doctoral dissertation, Fachbereich Biologie, Technischen Universität Darmstadt Technische Universität. p.130.
- Sauer, A. J., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Nguyen, P., Marec, F., Heckel, D. G., & Jehle, J. A. (2017a). Novel resistance to *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) in codling moth shows autosomal and dominant inheritance and confers cross-resistance to different CpGV genome groups. *PLoS one*, 12(6), e0179157.
- Sauer, A. J., Schulze-Bopp, S., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., & Jehle, J. A. (2017b). A third type of resistance of codling moth against *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) shows a mixture of a Z-linked and autosomal inheritance pattern. *Applied and Environmental Microbiology*, AEM-01036.
- Schumacher, P., Weber, D. C., Hagger, C., & Dorn, S. (1997a). Heritability of flight distance for *Cydia pomonella*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 85(2), 169-175.
- Schumacher, P., Weyeneth, A., Weber, D. C., & Dorn, S. (1997b). Long flights in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) measured by a flight mill: influence of sex, mated status and age. *Physiological Entomology*, 22(2), 149-160.
- Scomparin, A. L. X. (2009). Desenvolvimento de diferentes populações de *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) em temperaturas variáveis e consequências na modelagem fenológica. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária.p.124.
- SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. (2009) A traça-da-maçã (*C. pomonella*).

- Shel'deshova, G.G. (1967). Ecological factors determining distribution of Codling moth *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) in northern and southern hemispheres. *Entomology Reviews* 46: 349–361.
- Sial, N. M. (1957). The earwig as an orchard pest, Fruit Yearbook. *Royal Horticultural Society, London, UK*, 140-145.
- Sigsgaard, L., Herz, A., Korsgaard, M., & Wührer, B. (2017). Mass Release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* Can Reduce Damage by the Apple Codling Moth *Cydia pomonella* in Organic Orchards under Pheromone Disruption. *Insects*, 8(2), 41.
- Silva, A. D. C. (2013). *Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas*. Brasília: Embrapa. p.47.
- Silva, A. R. M., Pimenta, I. A., Campos-Neto, F. C., & Vitalino, R. F. (2013). Longevidade de adultos de oito espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) criadas em cativeiro. *Lundiana*, 11, 65-67.
- Sousa, H. I. B. (2008). *A técnica da confusão sexual como tática potencial de protecção integrada de citrinos para a cochonilha pinta-vermelha*. Dissertação de mestrado, Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. p.78.
- Souza, N. M. D. (2013). Monitoramento da praga quarentenária *Cydia pomonella* (L., 1758)(LEPID.: TORTRICIDAE) nos pomicultores do Município de Palmas-PR. Monografia, Gestão de Defesa Agropecuária do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. p.69.
- Stef, R., Grozea, I., Simeria, G., Carabet, A. F., Levente, M., Vîrteiu, A. N., & Damianov, S. (2010). The effectiveness of *Trichotim* in control of *Cydia pomonella* L. in western Romania. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 75(3), 417-422.
- Sumedrea, M., Marin, F. C., Calinescu, M., Sumedrea, D., & Iorgu, A. (2015). Researches Regarding the Use of Mating Disruption Pheromones in Control of Apple Codling Moth-*Cydia pomonella* L. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 171-178.
- Summerland, S. A., & Steiner, L. F. (1943). Codling moth oviposition and fate of eggs. *Journal of Economic Entomology*, 36(1), 72-75.

- Takata, R. M., Stancioli, A. R., Alves, G. A., Silva, P. K., Oliveira, I. M. (2013). *Cydia pomonella*. Disponível em: <<http://www.defesavegetal.net/cydia-pomonella>>.
- Thaler, R., Brandstätter, A., Meraner, A., Chabicovski, M., Parson, W., Zelger, R., ... & Dallinger, R. (2008). Molecular phylogeny and population structure of the codling moth (*Cydia pomonella*) in Central Europe: II. AFLP analysis reflects human-aided local adaptation of a global pest species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(3), 838-849.
- Thomson, D. (1997). Confusion amongst codling moth fellows continues: a commercial perspective on the implementation of codling moth mating disruption in North America. *IOBC wprs Bulletin*, 20, 57-64.
- Thomson, D., Brunner, J., Gut, L., Judd, G., & Knight, A. (2001). Ten years implementing codling moth mating disruption in the orchards of Washington and British Columbia: starting right and managing for success! *IOBC wprs Bulletin*, 24(2), 23-30.
- Torréns, J., & Tortosa, O. (2008). Redescrición de *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitoide introducido en la Argentina para el control de *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(3-4), 109-112.
- Torres, F., Rodríguez, M. A., Lavandero, B., & Fuentes-Contreras, E. (2016). Body mass and wing geometric morphology of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) according to sex, location and host plant in the region of Maule, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 42(3), 397-406.
- Torres, L. (2007). *Manual de protecção integrada do olival*. João Azevedo (ed.), Viseu, 433p.
- Tschudi-Rein, K., & Dorn, S. (2001). Reproduction and immature development of *Hyssopus pallidus* (Hymenoptera: Eulophidae), an ectoparasitoid of the codling moth. *European Journal of Entomology*, 98(1), 41-46.
- Unruh, T. R., Miliczky, E. R., Horton, D. R., Thomsen-Archer, K., Rehfield-Ray, L., & Jones, V. P. (2016). Gut content analysis of arthropod predators of codling moth in Washington apple orchards. *Biological Control*, 102, 85-92.
- Valdés, B., Díez, M. J., & Fernández, I. (1987). *Atlas polínico de Andalucía occidental*. Instituto de Desarrollo Regional, Universidad de Sevilla, Excma. Diputación de Cadiz.

- Valladares, G., Defago, M. T., Palacios, S., & Carpinella, M. C. (1997). Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the elm leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(3), 747-750.
- Vargas, H. A. (2007). Description of the final instar larva and pupa of *Cydia largo* Heppner (Lepidoptera, Tortricidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(3), 263-266.
- Velcheva, N., & Atanassov, A. (2016). Species diversity of parasitoids reared from codling moth, *Cydia pomonella* (Linnaeus 1758) and plum fruit moth, *Grapholita funebrana* (Treitschke 1835)(Lepidoptera, Tortricidae) in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(2), 272-277.
- Velcheva, N., Atanassov, A., Karadjova, O., & Hubenov, Z. (2012). Parasitoid assemblages isolated from externally feeding lepidopterans and codling moth (*Cydia pomonella* L., Tortricidae) in a young apple orchard in West Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(5), 675-681.
- Viana, P. A., & Prates, H. T. (2003). Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. *Bragantia*, 62(1), 69-74.
- Viana, P. A., Prates, H. T., & Ribeiro, P. D. A. (2006). Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica. p.5.
- Vieira, F. & Dias, F. (2014). Vírus da granulose de *C. pomonella* numa estratégia de minidose para reduzir danos e populações de bichado da fruta. 3º *Simpósio Nacional de Fruticultura*.
- Walder, W. (2005). Constante monitoring enhances the success of pheromones in IFP. *IOBC WPRS Bull*, 28, 277-281.
- Walton, N. J. (2013). The role of natural enemies in pest management of codling moth (*Cydia pomonella* [L.]) in organic apple orchards in Michigan. Michigan State University. Doctoral dissertation in entomology, Michigan State University. pp:135.
- WAPA – The World Apple and Pear Association. (2013). World Data Report. Disponível em: <http://www.wapa-association.org/asp/page_1.asp?doc_id=446>.
- Wearing, C. H. (2016). Distribution Characteristics of Eggs and Neonate Larvae of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *International journal of insect science*, 8, 33.

- Weddle, P. W., Welter, S. C., & Thomson, D. (2009). History of IPM in California pears—50 years of pesticide use and the transition to biologically intensive IPM. *Pest management science*, 65(12), 1287-1292.
- Welter, S., Pickel, C., Millar, J., Cave, F., Van Steenwyk, R., & Dunley, J. (2005). Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. *California agriculture*, 59(1), 16-22.
- Wenninger, E. J., & Landolt, P. J. (2011). Apple and sugar feeding in adult codling moths, *Cydia pomonella*: Effects on longevity, fecundity, and egg fertility. *Journal of Insect Science*, 11(1).
- Witzgall, P., Stelinski, L., Gut, L., & Thomson, D. (2008). Codling moth management and chemical ecology. *Annu. Rev. Entomol.*, 53, 503-522.
- Wood, S.N. (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73(1):3-36
- Wood, T. G. (1965). Field observations on flight and oviposition of codling moth (*Carpocapsa pomonella* (L.)) and mortality of eggs and first-instar larvae in an integrated control orchard. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1043-1059.
- Yan, F., Bengtsson, M. & Witzgall, P. (1999). Behavioral response of female Codling Moths, *Cydia Pomonella*, to apple volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 25 (6): 1343-1351.
- Zanus, M. C. (2015). Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o Cultivo da Maçã. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2015/audiencia-publica-06-de-outubro-de-2015-embrapa>>.
- Zaviezo, T., & Mills, N. (1999). Aspects of the biology of *Hyssopus pallidus* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of the codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae). *Environmental Entomology*, 28(4), 748-754.
- Zhilyaeva, V. M., V. I. Pilipyuk, & V. A. Shchepetil'nikova. (1975). Influence of behavior of *Trichogramma* on its parasitism of eggs of the codling moth in the crown of apple trees, pp. 52-55. In V. I. Pristavko [ed.], *Insect behavior as a basis for developing control measures against pests of field crops and forest*. Naukova Dumka, Kiev.

- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol science and technology*, 18(9), 865-901.
- Zimmermann, G., Huger, A. M., & Kleespies, R. G. (2013). Occurrence and prevalence of insect pathogens in populations of the codling moth, *Cydia pomonella* L.: A long-term diagnostic survey. *Insects*, 4(3), 425-446.
- Zingg, D., Kraaz, I., Wandeler, H., & Züger, M. (2012). Madex Twin, a new *Cydia pomonella* granulovirus isolate for the control of both codling moth *Cydia pomonella* and oriental fruit moth *Grapholita molesta*. In *Ecofruit. 15th International Conference on Organic Fruit-Growing. Proceedings for the conference Germany*,
- Zlatanova, A. A. (1970). The biology of *Microdus rufipes* Nees (Hymenoptera, Braconidae)-a parasitoid of the codling moth in Kazakhstan. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 49(4), 749-755.