



O bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L., na região de Carrazeda de Ansiães

Luís Fernando Carvalho Pereira

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

Orientado por

Prof. Doutor José Alberto Cardoso Pereira

Prof. Doutor Albino António Bento

**Bragança
2019**

O trabalho que se apresenta teve o apoio financeiro do Projeto:

"Estratégias de protecção fitossanitária para a produção sustentável da maçã"

Entidade financiadora: PDR2020-101-031965 (parceria 330/ iniciativa 249) – Grupos operacionais

Aos meus Pais,

À minha irmã,

À minha namorada.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui o agradecimento a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientados, Professor Doutor José Alberto Cardoso Pereira, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, pela oportunidade dada, a sua dedicação neste trabalho, pelas palavras sábias, o seu rigor, a paciência em todas as situações, pela amizade, e pelo grande contributo na minha formação como estudante e pessoa, o meu MUITO OBRIGADO.

Ao meu co-orientador Professor Doutor Albino António Bento, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, pela constante disponibilidade, apoio e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Engenheiro Duarte Vieira, da AFUVOPA, por todo apoio e informação disponibilizada.

Ao Doutor Jacinto Benhadi-Marin pela identificação das aranhas e conselhos e amizade.
À Doutora Maria Villa pela ajuda no tratamento de dados.

À Isabel Rodrigues, pelo companheirismo, amizade e disponibilidade constante.

Aos meus amigos e colegas, Isabel Rodrigues, Vanessa Martins, Carlos Reis, Nuno Rodrigues, Jacinto Benhadi-Marin e Maria Villa, pela forma como me receberam, a passagem de conhecimentos, pelo apoio e ajuda ao longo do trabalho.

À minha família e namorada pelo apoio sempre demonstrado ao longo do meu percurso académico, pela confiança sempre transmitida.

O meu sincero agradecimento.

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo estudar o bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L., na região de Carrazeda de Ansiães, onde é considerada praga-chave da macieira. Para tal de abril a outubro de 2018, em três pomares, um comercial, em que seguia as regras da produção integrada e a proteção contra pragas os princípios da proteção integrada, e dois abandonados, em que não foi feita qualquer intervenção nos últimos dois anos, estudou-se a curva de voo dos adultos de *C. pomonella* com recurso a armadilhas sexuais; os inimigos naturais de larvas e pupas do bichado-da-macieira quando abandonam os frutos para pupar em cintas de papel canelado; os artrópodes auxiliares e a sua abundância estacional através da técnica de pancadas; e as populações de aranhas uma vez que se considera que são predadores importantes quer de larvas quer de adultos do bichado-da-macieira. Os resultados das capturas em armadilhas mostraram níveis populacionais sempre muito superiores nos pomares sem tratamento em comparação ao pomar em produção integrada, apesar do comportamento da curva ser semelhante nos três pomares, com três picos de capturas, nomeadamente finais de maio, junho e agosto. O número de pupas recolhidas nos pomares sem tratamento foi superior ao pomar em produção integrada, sendo superior no tronco em comparação com a copa. A fauna auxiliar associada aos pomares estudados é rica e diversificada, sendo as formigas, os himenópteros parasitoides, e as aranhas os grupos mais abundantes. No pomar abandonado, os níveis populacionais foram muito superiores comparativamente ao pomar em proteção integrada. Foram identificadas 32 espécies de aranhas pertencentes a 13 famílias, sendo a maior abundância de adultos registada entre meados de junho e meados de julho, enquanto a maior parte de imaturos foi registrada entre o início de agosto e o final de setembro. A abundância de aranhas foi significativamente superior no pomar abandonado comparativamente ao pomar comercial. Os resultados indicam que a fauna auxiliar pode ter um papel importante na limitação natural do bichado-da-macieira, sendo necessário aprofundar o conhecimento para clarificar o papel de cada grupo e incrementar a sua ação na limitação natural de pragas da macieira.

Palavras-Chave: proteção integrada; bichado-da-macieira; fauna auxiliar; predadores; aranhas.

Abstract

The aim of this work was to study the Codling moth, *Cydia pomonella* L., in the Carrazeda de Ansiães region, where it is considered a key apple pest. To this end, from April to October 2018, in three orchards, one commercial, which followed the principles of integrated protection, and two abandoned orchards, where no intervention was made in the last two years, was studied the: flight curve of *C. pomonella* adults using sexual traps; natural enemies of larvae and pupae of the Codling moth when they abandon the fruits to pupate on corrugated paper; auxiliary arthropods and their seasonal abundance through the beating technique; and spider populations as they are considered to be important predators of larvae and adult of Codling moth. Trap catches showed higher population levels in untreated orchards compared to the integrated production orchard, although the curve behavior was similar in the three orchards, with three catch peaks, namely late May, June and August. The number of pupae collected in the untreated orchards was higher than the orchard in integrated production, being higher in the trunk compared to the aerial part of the tree. The auxiliary fauna associated with the orchards studied is rich and diverse, with ants, parasitoid hymenopterans, and spiders being the most abundant groups. In the abandoned orchards, the population levels were much higher compared to the integrated protection orchard. Thirty-two species of spiders from 13 families were identified, with adult abundance recorded between mid-June and mid-July, while most immature species were recorded between early August and late September. Spider abundance was significantly higher in the abandoned orchards compared to commercial orchard. The results indicate that the auxiliary fauna can play an important role in the natural limitation of Codling moth, being necessary to expand the knowledge to clarify the role of each group and to increase its action in the natural limitation of apple pests.

Keywords: integrated protection; Codling moth; auxiliary fauna; predators; spiders.

Índice

Resumo.....	VI
Abstract.....	VII
Índice de figuras	X
Índice de quadros	XIII
Capítulo 1. Introdução geral	
1.1. Bichado-da-macieira (<i>Cydia pomonella</i> L.).....	3
1.2. Ciclo de vida e ciclo biológico.....	4
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Referências bibliográficas.....	6
Capítulo 2. Caracterização dos pomares em estudo	
2.1. Localização.....	10
2.2. Breve caracterização dos pomares.....	11
2.3. Dados climáticos.....	14
Capítulo 3. Monitorização das populações de bichado-da-macieira, <i>Cydia pomonella</i> L., na região de Carrazeda de Ansiães	
Resumo.....	16
Abstract.....	17
3.1. Introdução.....	18
3.2. Material e métodos.....	19
3.3. Resultados e discussão.....	20
3.4. Conclusão.....	28
3.5. Referências bibliográficas.....	28
Capítulo 4. Fauna auxiliar em macieira: comparação entre pomar em produção integrada e pomar sem tratamento	
Resumo.....	32
Abstract.....	33
4.1. Introdução.....	34
4.2. Material e métodos.....	35
4.3. Resultados e discussão.....	37
4.4. Conclusão.....	44
4.5. Referências bibliográficas.....	44

Capítulo 5. O modo de produção afeta a abundância de aranhas (Araneae) em pomares de macieira

Resumo.....	49
Abstract.....	50
5.1. Introdução.....	51
5.2. Material e métodos.....	52
5.3. Resultados e discussão.....	54
5.4. Conclusão.....	61
5.5. Referências bibliográficas.....	61
Capítulo 6. Considerações finais	
6. Considerações finais.....	65

Índice de Figuras

Figura 1.1. Distribuição mundial do bichado-da-macieira, <i>Cydia pomonella</i> L.	3
Figura 1.2. Representação do ciclo de vida do bichado-da-macieira, <i>Cydia pomonella</i> L....	4
Figura 2.1. Representação fotográfica das áreas dos pomares abandonados utilizados no presente estudo. A - Pomar abandonado 1; B - Pomar abandonado 2. Carrazeda de Ansiães, 2018.	10
Figura 2.2. Representação fotográfica da área do pomar comercial utilizado no presente estudo. Carrazeda de Ansiães, 2018.	11
Figura 2.3. Visão geral de uma das linhas de cada um dos pomares. A – Pomar abandonado 1; B – Pomar abandonado 2; C – Pomar comercial. Carrazeda de Ansiães, 2018	12
Figura 2.4. Precipitação, temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima na Região de Carrazeda de Ansiães, 2018.....	14
Figura 3.1. Representação da técnica das diversas etapas da amostragem com cintas de armadilhas (A- Colocação das armadilhas; B- Recolha e transporte das armadilhas para triagem no laboratório; C- Larva; D- Pupa; E- Corte do material com larvas e pupas; F-Armacenamento do material para eclosão; G- Identificação do material... ..	20
Figura 3.2. Número médio (\pm EP) de captura de adultos de <i>Cydia pomonella</i> L., em armadilhas tipo delta nos pomares sem tratamento (A- P. abandonado 1; B- P. abandonado 2), com indicação dos períodos de mudança de feromona (\downarrow). Carrazeda de Ansiães, 2018	21
Figura 3.3. Número médio (\pm EP) de captura de adultos de <i>Cydia pomonella</i> L., em armadilhas tipo delta no pomar em porteção integrada (P. comercial), com indicação dos períodos de mudança de feromona (\downarrow) e realização de tratamentos fitossanitários conta a praga (\Downarrow). Carrazeda de Ansiães, 2018.	22
Figura 3.4. Aplicação do modelo binomial negativo GAM para estimativa do número de adultos (linhas contínuas) adultos de <i>Cydia pomonella</i> L. utilizando as capturas em armadilhas tipo Delta, em função do modo de produção ao longo do período de amostragem (dias Julianos). As áreas cinzentas representam os intervalos de confiança a 95% para os dois smoothers (cinzento escuro - P. abandonado 1; cinzento claro- comercial), e os pontos os valores das contagens semanais (\circ - abandonado; \bullet - produção integrada comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	23
Figura 3.5. Distribuição relativa do número total de artrópodes recolhidos nas cintas armadilhas recolhidas as 23 de julho (A) e a 9 de outubro (B).	25
Figura 4.1. Número médio (\pm erro padrão da média) de aranhas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	39
Figura 4.2. Número médio (\pm erro padrão da média) de himenópteros parasitóides por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018... ..	40

Figura 4.3. Número médio (\pm erro padrão da média) de formigas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	41
Figura 4.4. Número médio (\pm erro padrão da média) de crisopídeos adultos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	42
Figura 4.5. Número médio (\pm erro padrão da média) de coccinelídeos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	43
Figura 4.6. Número médio (\pm erro padrão da média) de forficulídeos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	43
Figura 5.1. Número médio de aranhas por árvore durante o total de amostragens em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	54
Figura 5.2. Distribuição, em percentagem do total, dos indivíduos de Araneae por família que foram recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (A - P. abandonado 1; B – P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	58
Figura 5.3. Número médio de aranhas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	59

Índice de Quadros

Quadro 2.1. Tratamentos fitossanitários efetuados no pomar comercial com indicação da data de intervenção, produto comercial, dose, substância ativa e inimigo alvo.....	13
Quadro 3.1. Número de pupas (média \pm desvio padrão) recolhidas em cintas armadilha colocadas na copa e no tronco da árvore nos pomares abandonados (P. abandonado 1 e P. abandonado 2) e pomar comercial (P. comercial), em dois períodos de colocação de armadilhas (23 de julho e 09 de outubro). Carrazeda de Ansiães, 2018..	24
Quadro 3.2. Número (média \pm desvio padrão) de aracnídeos, forficulídeos e curculionídeos recolhidos em cintas armadilha colocadas na copa e no tronco da árvore nos pomares abandonados (P. abandonado 1 e P. abandonado 2) e pomar comercial (P. comercial), em dois períodos de colocação de armadilhas (23 de julho e 09 de outubro). Carrazeda de Ansiães, 2018.	27
Quadro 4.1. Abundância total (<i>N</i>) e média (\pm desvio padrão da média) dos diferentes grupos recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.	37
Quadro 5.1. Número de espécies, abundância, frequência e percentagem de ocorrência dos Araneae recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.....	56



CAPÍTULO 1

Introdução geral

A cultura da macieira (*Malus domestica* L.) tem grande importância económica. Em 2016, a maçã foi o principal fruto fresco produzido a nível mundial com 89 milhões toneladas, sendo a produção na União Europeia de 17 milhões toneladas (FAOSTAT, 2018). Também no nosso País foi a principal fruta fresca produzida, com 329 mil toneladas em 2017 (INE, 2018).

Enquanto cultura, a macieira é atacada por diferentes inimigos que podem afetar a sua produção e que podem variar na sua importância de acordo com a região e condições do pomar (Karaca et al., 2010). Nas pragas destacam-se os afídeos, os ácaros, as cochonilhas, os dípteros e os lepidópteros. Nas doenças, o pedrado (*Venturia inaequalis* Cke) é aquela que nas nossas condições causa maiores preocupações por atacar folhas e frutos, provocar redução da atividade fotossintética e conseqüentemente queda prematura das folhas, flores e dos frutos jovens, ou manchar frutos que perdem o seu valor comercial.

Nas pragas, são várias as espécies de afídeos que atacam a macieira, nomeadamente *Aphis gossypii* Glover, *Aphis pomi* de Geer, *Aphis spiraecola* Pach e *Rhopalosiphum insertum* Walk. Os afídeos são muito prolíferos e facilmente atingem grandes populações. Instalam-se nas partes jovens da planta para se alimentarem e a sua ação é particularmente nefasta em plantas jovens, onde pode comprometer a sua formação, enquanto em plantas adultas afetam a atividade produtiva da planta (Fréchette et al., 2008). O aranhão vermelho, *Panonychus ulmi* Koch., também é uma espécie com elevado potencial biológico atingindo populações elevadas em curtos períodos de tempo. A sua ação leva à redução da atividade fotossintética da planta e conseqüentemente redução da quantidade e qualidade da produção (Hoyt, 1969). A cochonilha de São José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) é também uma preocupação grande em alguns pomares pelas dificuldades no seu controlo. Ataca diversas partes da macieira deste tronco, ramos, ramos do ano e também frutos e em ataques fortes pode levar à morte da planta (Deligeorgidis et al., 2008). Nas últimas décadas a mosca do mediterrâneo, *Ceratitis capitata* Wied., tem sido problema em algumas regiões. Este díptero efetua posturas no fruto quando este está próximo da maturação, e o desenvolvimento das larvas destrói a polpa e torna o fruto impróprio para comercialização (Zanoni et al., 2019). Contudo, o bichado-da-macieira, (*Cydia pomonella* L.), é considerada a praga principal da cultura, podendo causar grandes prejuízos (Pajač et al., 2011; Sumedrea et al., 2015; Wearing et al., 2001; Vreysen et al., 2010), pelo que o seu estudo será o objetivo central deste trabalho.

1.1 Bichado-da-macieira (*Cydia pomonella* L.)

O bichado-da-macieira é um lepidóptero da família Tortricidae Latreille, 1803, género *Cydia* Hübner, 1825, e espécie *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758).

Cydia pomonella é das pragas mais importantes nos pomares de macieira, pereira, e noqueira das regiões temperadas do mundo (Pajač et al., 2011; Sumedrea et al., 2015; Wearing et al., 2001; Vreysen et al., 2010), estando presente em todas as regiões onde a macieira é cultivada (Figura 1.1).

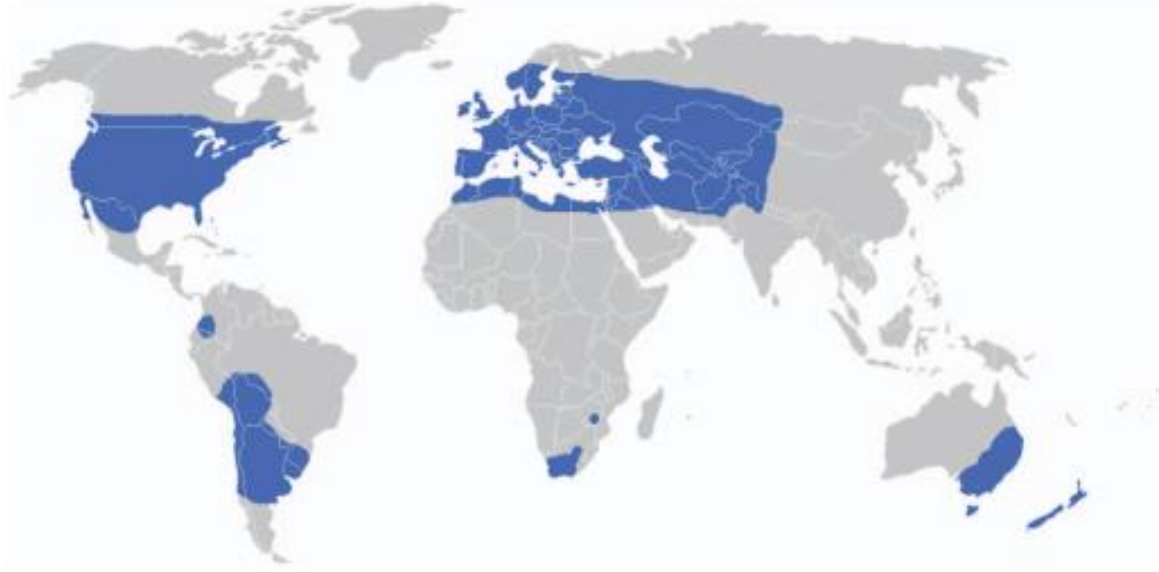


Figura 1.1. A azul assinala-se a distribuição mundial do bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L. (Adaptado de Pajač et al., 2011).

Os estragos que ocasiona resultam diretamente do processo alimentar das larvas, que após eclosão das posturas penetram nos frutos dos quais se alimentam abrindo uma galeria até ao caroço onde consomem as sementes (de Waal et al., 2011; Lacey & Unruh, 2005). Os frutos atacados são impróprios para comercialização sendo, no mercado, o limite de tolerância inferior a 0,5% de frutos com sintomas (Beers et al., 2016). Caso não sejam tomadas medidas de proteção, esta praga pode causar prejuízos avultados que, em alguns casos, representam 30% a 80% da produção (Wearing et al., 2001; Vreysen et al., 2010). O recuso a pesticidas tem sido o meio de proteção mais utilizado, sobretudo com organofosforados e piretróides (Kutinkova et al., 2009), estimando-se que 70% dos tratamentos efetuados nos pomares de macieiras a nível mundial, visam a proteção da cultura contra *C. pomonella* (Pajač et al., 2011).

1.2. Ciclo de vida e ciclo biológico

Cydia pomonella apresenta metamorfose completa passando pelos estádios de ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos apresentam um aspeto granuloso, coloração entre o branco opalescente e o cinzento (Pajač et al., 2011). As larvas passam por cinco estados larvares (Lacey et al., 2006) e após eclosão medem cerca de 1mm, aumentando de tamanho à medida que se alimentam e passam para os estádios larvares seguintes atingindo os 18 a 20 mm no período imediatamente antes de puparem (Pajač et al., 2011). As pupas, com dimensões entre 10 e 12 mm, apresentam uma coloração amarelada-acastanhada (Moreda, 2013). Os adultos possuem uma envergadura de aproximadamente 15 a 22 mm e têm uma coloração em geral acinzentada com uma mancha circular escura (Pajač et al., 2011) (Figura 1.2).

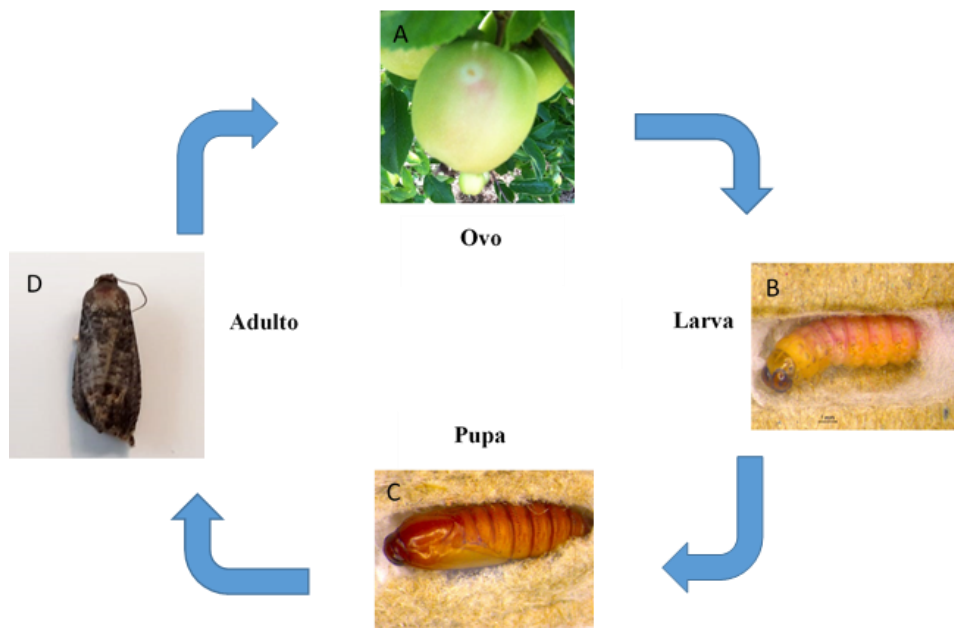


Figura 1.2. Representação do ciclo de vida do bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L.

O ciclo de *C. pomonella* tem início após o inverno, quando as temperaturas excedem os 10°C, sendo necessário para que ocorra o desenvolvimento total até adulto uma soma de 100°C dia, podendo este processo ter uma duração de 7 a 30 dias de acordo com as condições climáticas e a região (Pajač et al., 2011). Quando as exigências de temperatura e humidade são atingidas, dá-se a emergência dos adultos, sendo que os machos emergem mais cedo que as fêmeas (Lacey et al., 2006).

Capítulo 1

Na primavera após iniciarem o voo quando as temperaturas são superiores a 15°C e a velocidade do vento inferior a 20 km/h (Amaro, 2003) e depois de acasalarem, as fêmeas iniciam as posturas. Cada fêmea põe entre 30 e 70 ovos (Pajač et al., 2011) que são colocados na epiderme do fruto ou nas folhas adjacentes, após eclosão, as larvas que têm grande mobilidade nesta fase, penetram nos frutos dos quais se alimentam abrindo uma galeria até ao caroço onde consomem as sementes que são fonte importante de proteínas e gorduras, fundamentais para completar o seu desenvolvimento (de Waal et al., 2011; Lacey & Unruh, 2005). Quando completam a sua fase larvar, que ocorre geralmente ao fim de 18 a 40 dias dependendo das condições ambientais (Lacey et al., 2006), as larvas procuram locais para pupar. De acordo com Pajač et al. (2011) para que ocorra uma geração completa, da fase de ovo a adulto, é necessário que haja um somatório de graus dia superiores ou iguais a 610°C.

Em meados de junho a julho, após eclosão dos adultos, dá-se início uma segunda geração. Por vezes ocorre que nem todos os indivíduos eclodem no início da primavera quando os requisitos de temperatura são atingidos, permanecendo em inactividade até à primavera seguinte, o mesmo se verificando com pupas da segunda geração, o que é entendido como uma adaptação do inseto às condições ambientais para preservação da espécie, garantindo deste modo a eclosão na primavera do ano seguinte (Moreda, 2013).

Durante o verão e início de outono, as larvas abandonam os frutos e procuram locais para pupar e entrar em diapausa, procurando cascas das árvores, o solo e fissuras em locais protegidos (Roince et al., 2012).

Durante as suas fases de desenvolvimento o bichado-da-macieira pode ser atacado por um conjunto de inimigos naturais que podem contribuir para regular as suas populações. Foram identificados um grande número de espécies de parasitóides que utilizam *C. pomonella* como hospedeiro, estando até ao momento identificadas mais de 100 espécies (Lacey & Unruh, 2005). Destas, os parasitóides de ovos do género *Trichogramma* sp. parecem ser os mais efetivos (Thorpe et al., 2016). No que respeita aos predadores, são vários os grupos que se considera que podem ter ação sobre o bichado-da-macieira, entre os quais cabem destacar as aves que em pomares sem tratamentos podem consumir entre 50% e 95% das larvas que saem para pupar (Lacey & Unruh, 2005). Os forficulídeos, as aranhas e os carabídeos estão entre os potenciais predadores do bichado-da-macieira (Epstein et al., 2001; Lordan et al., 2014; von Berg et al., 2012).

1.3. Objetivos

No contexto apresentado, o presente trabalho teve por objetivo estudar o bichado-da-macieira, considerada praga chave da macieira na região de Carrazeda de Ansiães, zona com boas condições para a produção de macieira e em que a área actual dedicada à cultura ultrapassa os 600ha. Para tal usaram-se dois pomares abandonados e um pomar comercial onde se pretendeu estudar:

- A curva de voo dos adultos de *C. pomonella*;
- Os inimigos naturais de larvas e pupas do bichado-da-macieira quando abandonam os frutos para pupar;
- Os artrópodes auxiliares, e a sua abundância estacional, e que podem ter influência ao nível das populações das pragas;
- As populações de aranhas uma vez que se considera que são predadores importantes quer de larvas quer de adultos do bichado-da-macieira.

1.4. Referências bibliográficas

Amaro, P. (2003). A Luta Biotécnica. A Protecção Integrada. ISAPress

de Waal, J. Y.; Malan, A. P.; Addison, M. F. (2011). Efficacy of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) against codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in temperate regions. *Biocontrol Science and Technology*, **21**, 1161–1176.

Deligeorgidis, P. N.; Deligeorgidis, N. P.; Kayoglou, S.; Sidiropoulos, G.; Vaiopoulou, M.; Stavridis, D. G.; Greveniotis V.; Ipsilandis C. G. (2008). Monitoring and control of *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) Hemiptera: Diaspidae on apple trees in the Prefecture of Florina, Greece. *Journal of Entomology*, **5**, 381–388.

Epstein, D. L.; Zack, R. S.; Brunner, J. F.; Gut, L.; Brown, J. J. (2001). Ground beetle activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. *Biological Control*, **21**, 97–104.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018) URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. [Acedido a 21 de novembro de 2018].

Capítulo 1

- Fréchette, B.; Cormier, D.; Chouinard, G.; Vanoosthuysse, V.; Lucas, É. (2008). Apple aphid, *Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae), and predator populations in an apple orchard at the non-bearing stage: The impact of ground cover and cultivar. *European Journal of Entomology*, **105**, 521–529.
- Hoyt, S. C. (1969). Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apple in Washington. *Journal of Economic Entomology*, **62**, 74–86.
- Instituto nacional de Estatística (2018) URL: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000023&contexto=bd&selTab=tab2 [Acedido a 21 de Novembro de 2018].
- Karaca, G.; Karaca, I.; Yardimci, N.; Demirözer, O.; Aslan, B.; Kiliç, H. Ç. (2010). Investigations on pests, diseases and present early warning system of apple orchards in Isparta, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, **9**, 834–841.
- Kutinkova, H.; Dzhuvinov, V.; Kostadinov, R.; Arnaudov, V.; Terziev, I.; Platon, I.; & Rosu-Mares, S. (2009). Control of codling moth by “attract and kill” formulation in Bulgaria. *Scientific works of the lithuanian institute of horticulture and lithuanian university of agriculture. Sodininkystė ir daržininkystė*, **28**, 19–26.
- Lacey, L. A.; Arthurs, S. P.; Unruh, T. R.; Headrick, H.; Jr, F. R. (2006). Entomopathogenic nematodes for control of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards: Effect of nematode species and seasonal temperatures, adjuvants, application equipment, and post-application irrigation. *Biological Control*, **37**, 214–223.
- 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**, 33–60.
- Lordan, J.; Alegre, S.; Alins, G.; Sarasúa, M. J.; Morton, A.; García del Pino, F. (2014). Compatibility between *Forficula auricularia* and entomopathogenic nematodes to be used in pome fruit pest management. *Journal of Applied Entomology*, **138**, 635–643.
- Pajač, I.; Pejic, I.; Baric, B. (2011). Major pest in apple production: an overview of its biology, resistance, genetic structure and control strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, **76**, 87–92.
- Roincé, C. B.; Lavigne, C.; Ricard, J. M.; Franck, P.; Bouvier, J. C.; Garcin, A.; Symondson, W. O. C. (2012). Predation by generalist predators on the codling moth versus a closely-related

Capítulo 1

emerging pest the oriental fruit moth: a molecular analysis. *Agricultural and Forest Entomology*, **14**, 260–269.

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.

Thorpe, P. T.; Pryke, J. S.; Samways, M. J. (2016). Review of ecological and conservation perspectives on future options for arthropod management in cape floristic region pome fruit orchards. *African Entomology*, **24**, 279-306.

von Berg, K.; Traugott, M.; Scheu, S. (2012). Scavenging and active predation in generalist predators: A mesocosm study employing DNA-based gut content analysis. *Pedobiologia - International Journal of Soil Biology*, **55**, 1–5.

Vreysen, M. J. B.; Carpenter, J. E.; Marec, F. (2010). Improvement of the sterile insect technique for codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera Tortricidae) to facilitate expansion of field application. *Journal of Applied Entomology*, **134**, 165–181.

Wearing, C. H.; Hansen, J. D.; Whyte, C.; Miller, C. E.; Brown, J. (2001). The potential for spread of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) via commercial sweet cherry fruit: a critical review and risk assessment. *Crop Protection*, **20**, 465–488.

Zanoni, S.; Baldessari, M.; Cristofaro, A. D.; Angeli, G.; Ioriatti, C. (2019). Susceptibility of selected apple cultivars to the Mediterranean fruit fly. *Journal of Applied Entomology* **143**, 744–753.

CAPÍTULO 2

Caracterização dos pomares em estudo

2.1. Localização

O presente trabalho foi realizado em três pomares de macieiras situados no concelho de Carrazeda de Ansiães, a uma cota entre os 750 e os 800 metros de altitude, sendo dois deles pomares abandonados, enquanto o terceiro se encontrava em plena produção.

No que diz respeito aos pomares abandonados foram diferenciados, sendo um denominado de pomar abandonado 1 (P. abandonado 1) e pomar abandonado 2 (P. abandonado 2) (Figura 2.1). Em ambos os pomares não foi realizada nenhuma intervenção nos últimos dois anos, encontram-se localizados em Fontelonga (41°13'59.4"N 7°16'50.2"W) e são contíguos numa das extremidades.



Figura 2.1. Representação fotográfica das áreas dos pomares abandonados utilizados no presente estudo. A - Pomar abandonado 1; B - Pomar abandonado 2. Carrazeda de Ansiães, 2018.

O terceiro pomar foi designado de pomar comercial (P. comercial), sendo um pomar em plena produção explorado para fins comerciais, encontra-se localizado em Fontelonga (41°13'35.6"N 7°17'01.5"W) e dista cerca de 600 metros em linha recta dos restantes (Figura 2.2).



Figura 2.2. Representação fotográfica da área do pomar comercial utilizado no presente estudo, Carrazeda de Ansiães, 2018.

2.2. Breve caracterização dos pomares

Em cada um dos pomares em estudo selecionou-se uma parcela com uma área de aproximadamente 1,5 há.

Nos pomares abandonados (P. abandonado 1; P. abandonado 2), as árvores foram plantadas há 20 anos, com um compasso de plantação de 1,70 x 4,00 m. O porta-enxerto utilizado foi o MM106 e a variedade a Golden Smoothie. A forma de condução seguida foi o eixo revestido. Nestas parcelas não foi realizada qualquer tipo de intervenção nos últimos dois anos tais como, podas, tratamentos fitofarmacêuticos, regas, controlo de infestantes e outras actividades inerentes a actividade produtiva. Nas Figuras 2.3A e 2.3.B mostra-se uma das linhas de ambos os pomares em que é visível o estado das árvores e a manutenção da superfície do solo sem qualquer controlo de infestantes.

O pomar comercial tem também uma idade aproximada de 20 anos. As plantas foram plantadas a um compasso de 1,70 x 4,00 m e foram conduzidas em eixo. Na plantação do pomar foi utilizado o porta-enxerto MM106, que foi enxertado com as variedades Golden Smoothie e Starking. A produção do pomar segue as normas da produção integrada, sendo toda a gestão

Capítulo 2

acompanhada por técnicos da Associação de Fruticultores, Viticultores e Olivicultores do Planalto de Ansiães (AFUVOPA). Neste pomar as plantas eram regadas com recurso a rega gota-a-gota, foram realizadas podas de inverno, poda em verde, monda de frutos e fertilização, quer ao solo quer por via foliar. Para o controlo de infestantes recorriam à passagem de um destróador e na entrelinha, enquanto na linha procederam à aplicação de herbicida. A proteção contra os inimigos da cultura seguiu as normas da proteção integrada. Durante o ciclo cultural foram realizados vários tratamentos, cuja compilação da informação retirada do caderno de campo se encontra no quadro 2.1. Na figura 2.3C apresenta-se uma visão global de uma das linhas do pomar em estudo.

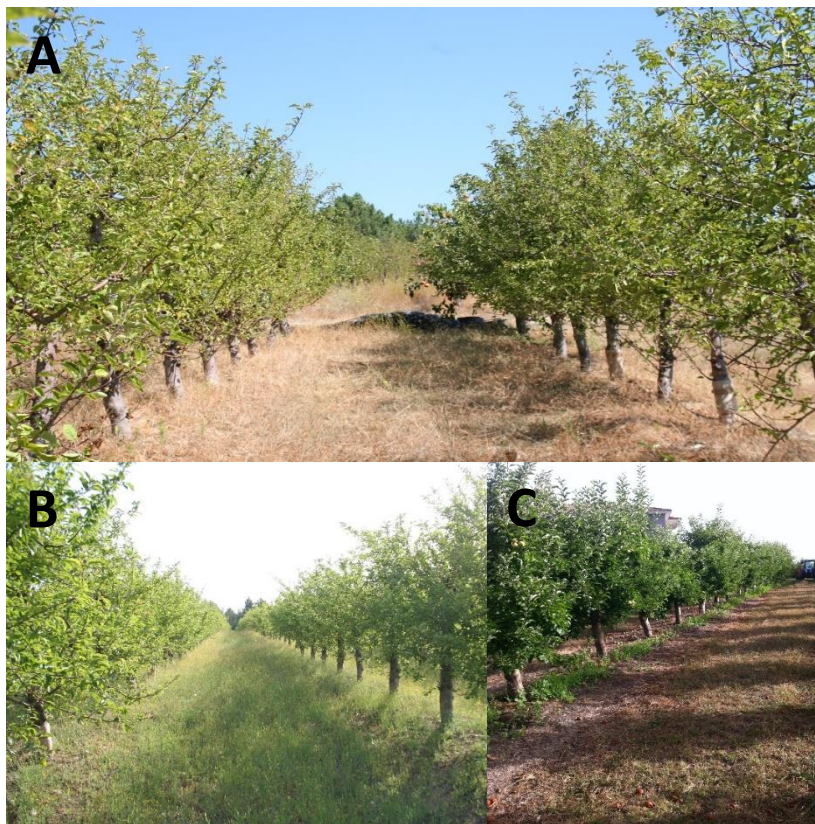


Figura 2.3. Visão geral de uma das linhas de cada um dos pomares. A – Pomar abandonado 1; B – Pomar abandonado 2; C – Pomar comercial. Carrazeda de Ansiães, 2018.

No pomar comercial, durante a campanha de produção foram realizados 13 tratamentos e aplicadas 15 substâncias ativas, aplicados por pulverização aérea, para proteger a planta contra diferentes inimigos, como o pedrado, no caso das doenças, e o aranhão vermelho e bichado-da-macieira, no caso das pragas (Quadro 2.1).

Capítulo 2

Quadro 2.1. Tratamentos fitossanitários efetuados no pomar comercial com indicação da data de intervenção, produto comercial, dose, substância ativa e inimigo alvo.

Data	Produto aplicado	Substância ativa	Inimigo alvo
21/04	Mancozebe (2Kg/ha x 500 L/ha)	Mancozebe	Pedrado;
	Faban (1,2L/ha x 500 L/ha)	Ditianão+Pirimetanil	Aranhizo vermelho
	Oleofix (20L/ha x 500 L/ha)	Óleo parafínico	
	Reldan Ultimate (3L/ha)	Clorpirifos-metil	
06/05	Ovitex (2L/ha x 500 L/ha)	Óleo parafínico	Aranhizo vermelho
	Methylfos (3L/há x 500 L/ha)	Clorpirifos-metilo	
	Qualy (1,2L/ha x 500 L/ha)	Ciprodinil	
17/05	Score (150ml/ha)	Difenoconazol	Pedrado
	Delan (0,5Kg/ha)	Ditianão	
20/05	Movento Gold (400 ml/ ha)	Espirotramato	Aranhizo vermelho
08/06	Apache (750ml/ha x 500L/ha)	Abamectina	Aranhizo vermelho
	Ovitex (2L/ha x 500L/ha)	Óleo parafínico	
09/06	Colombo (400ml/hl x 500L/ha)	Cresoxime-metilo+difenoconazol	Pedrado
12/06	Tocsin (1Kg/ha x 500ml/ha)	Tiofanato-metilo	Pedrado
	Calypso (200ml/hl x 500ml/ha)	Tiaclopride	
13/06	Domark (400ml/ha x 500L/ha)	Tetraconazol	Pedrado
	Disco (150ml/ha x 500L/ha)	Difenoconazol	
17/06	Disco (150 ml/ha x 500L/ha)	Difenoconazol	Pedrado
	Delan (0,5Kg/ha x 500L/ha)	Ditianão	
02/07	Score (150ml/ha x 500L/ha)	Difenoconazol	Pedrado
	Delan (0,5Kg/ha x 500L/ha)	Ditianão	
10/07	Tebutop (400g/ha x 500L/ha)	Tebuconazol	Pedrado;
	Delan (0,5Kg/ha x 500L/ha)	Ditianão	Bichado-da-macieira
	Coragen (0,5L/ha x 500L/ha)	Clorantraniliprol	
16/07	Calypso (200ml x 500L/ha)	Tiaclopride	Bichado-da-macieira
23/07	Insegar (160g/ha x 500L/ha)	Fenoxicarbe	Bichado-da-macieira

2.3. Dados climáticos

O biótipo em estudo é caracterizado fundamentalmente por Invernos frios, nos quais se concentra grande parte da precipitação ocorrida durante o ano, bem como longos períodos estivais quentes e secos. Durante o ano em estudo os dados climáticos, temperatura, humidade relativa e precipitação, foram registados numa estação meteorológica automática instalada num pomar das imediações sendo os dados gentilmente cedidos pelo Eng. Duarte Vieira.

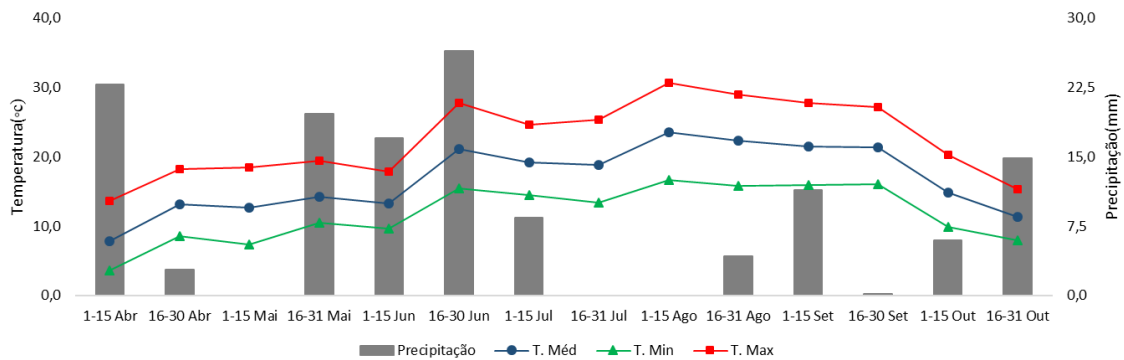


Figura 2.4. Precipitação, temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima na Região de Carrazeda de Ansiães, 2018.



CAPÍTULO 3

Monitorização das populações de bichado-da-macieira,
Cydia pomonella L., na região de Carrazeda de Ansiães

Resumo

O bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L., é praga-chave da macieira causando prejuízos que podem atingir 80% da produção. Assim, o acompanhamento das populações da praga para uma melhor proteção da cultura é da maior importância, uma vez que pode permitir reduzir os inconvenientes da utilização de meios diretos de luta como a luta química. Desta forma minimizam-se o desenvolvimento de resistências na praga, os efeitos secundários na fauna auxiliar, e a nocividade no ambiente e saúde humana. Carrazeda de Ansiães é uma região muito dinâmica na produção de maçã, com mais de 600ha em produção e um grande número de plantações novas ainda não produtivas. No presente trabalho procedeu-se ao acompanhamento das populações de *C. pomonella*, pelo traçado da curva de voo dos adultos e emergência em cintas armadilhas, num pomar comercial em modo de produção integrada (MPI), e dois sem qualquer tratamento nos últimos dois anos. Em cada pomar foram instaladas três armadilhas do tipo Delta com feromona sexual, com contagens semanais dos adultos de maio a outubro. Foram também colocadas 25 cintas armadilha, na base do tronco e na copa, que foram recolhidas em 23 de julho e 9 de outubro, para observação de pupas e identificação de possíveis inimigos naturais. Os resultados mostraram níveis populacionais sempre muito superiores nos pomares sem tratamento em comparação ao pomar em produção integrada. O traçado da curva de voo mostrou um comportamento muito semelhante nos três pomares, com três picos de capturas, nomeadamente finais de maio, junho e agosto, em que o primeiro pico deve-se à emergência de adultos das pupas do ano anterior e os restantes a duas gerações distintas do inseto. De uma maneira geral, o número de pupas recolhidas nos pomares sem tratamento foi superior ao pomar em produção integrada, sendo superior no tronco em comparação com a copa. Independentemente da época de amostragem o número de aracnídeos e forficulídeos foi muito superior nos pomares sem tratamento, podendo estes auxiliares desempenhar papel importante na limitação natural da praga.

Palavras-chave: proteção integrada, pragas, bichado-da-macieira.

Abstract

The codling moth, *Cydia pomonella* L., is a key-pest of apple trees causing damage with economic importance that can reach 80% of production. Thus, the monitoring of pest populations for a better crop protection is of major importance minimizing the problems caused by chemical insecticides such as the development of pest resistance, side effects in the beneficial arthropods, and harmfulness in the environment and human health. Carrazeda de Ansiães is a very dynamic region of apples production, with more than 600ha in production and a large number of new plantations not yet productive. In the present work, the populations of *C. pomonella* were studied by using sex pheromones for adult catches in Delta traps, and adult emergence in trap bands in one integrated production management commercial (MPI) orchard and two orchards without any treatment in the last two years. In each orchard, three Delta traps with sex pheromone were installed and weekly checked from May to October for adults counting. Also, twenty-five trap bands were placed at the trunk base and in the canopy and on July 23th and October 9th the traps were removed and the number of pupae and other arthropods were counted and identified. The results showed adult catches always higher in the untreated orchards compared to the integrated production orchard. Nevertheless, the flight curve showed a very similar behavior in the three orchards, with three peaks of catches, namely late May, June and August, which will probably correspond to two different generations of the insect. In general, the number of pupae collected in the untreated orchards was higher than the integrated production orchard, the same occurring in the trunk compared to the canopy. In both sampling periods, the number of arachnids and forficulids was higher in the untreated orchards. These predators could play a role in the natural control of the pest.

Keywords: integrated pest management, pests, codling moth.

3.1. Introdução

O bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) é uma praga-chave da macieira em diferentes países com clima temperado (Wearing et al., 2001). Para além desta fruteira ataca os frutos de outras espécies importantes do ponto de vista económico como a pereira, o marmeleiro, a noqueira e algumas variedades de ameixeira (Damos et al., 2018), podendo também atacar diferentes espécies do género *Prunus* como a ameixeira, o damasqueiro, e o pessegueiro, e outras espécies em menor dimensão como os frutos do espinheiro, *Crataegus sp.*, do meloeiro e da amendoeira (Wearing et al., 2001).

As fêmeas de *C. pomonella* efectuam as posturas na epiderme do fruto ou em folhas adjacentes, e após eclosão, as larvas penetram nos frutos dos quais se alimentam abrindo uma galeria até ao caroço onde consomem as sementes (de Waal et al., 2011; Lacey & Unruh, 2005). Os frutos atacados são impróprios para comercialização uma vez que no mercado o limite de tolerância é inferior a 0,5% de frutos com sintomas (Beers et al., 2016). Caso não sejam tomadas medidas de proteção, esta praga pode causar prejuízos avultados que em alguns casos representam 30% a 80% da produção (Coutinho, 2007).

Nas regiões temperadas onde esta espécie está presente, *C. pomonella* apresenta normalmente duas gerações anuais (Sumedrea et al., 2015). Contudo, nas condições ambientais do Noroeste dos Estados Unidos, Lacey & Unruh (2005) referem a possibilidade de ocorrerem duas a três gerações, enquanto Sauer (2017), conclui da possibilidade de existirem uma a quatro gerações por ciclo de cultura. Em Portugal, esta praga apresenta geralmente duas gerações anuais, podendo em alguns casos haver uma terceira, dependendo das condições ambientais da região e do ano e da disponibilidade de hospedeiros.

O presente trabalho teve por objetivo proceder ao acompanhamento dos adultos do bichado-da-macieira na região de Carrazeda de Ansiães, usando para tal um pomar comercial, onde se procedeu à aplicação de tratamentos contra a praga sempre que foi considerado necessário, e dois pomares abandonados sem qualquer tratamento. Paralelamente procedeu-se à colocação de cintas armadilhas para recolha de eventuais inimigos naturais e observação das populações do bichado-da-macieira.

3.2. Material e métodos

O trabalho decorreu no concelho de Carrazeda de Ansiães, Planalto de Ansiães, em 2018. Para tal, foram selecionados três pomares de macieiras com cerca de 1,5 hectares. Dois deles, localizados em Fontelonga (41°13'59.4"N 7°16'50.2"W), não tiveram qualquer intervenção fitossanitária nos últimos dois anos, e que são designados de pomar abandonado 1 (P. abandonado 1) e pomar abandonado 2 (P. abandonado 2). Um terceiro, localizado em Fontelonga (41°13'35.6"N 7°17'01.5"W), em produção integrada e cujas intervenções contra os inimigos da cultura seguiram os princípios da proteção integrada, sendo designado de pomar comercial (P. comercial).

Para o acompanhamento das populações de adultos do bichado-da-macieira, *C. pomonella*, em cada pomar, procedeu-se à instalação de três armadilhas tipo Delta, distanciadas entre si em cerca de 50m, com feromona sexual. As armadilhas foram observadas semanalmente e registado o número de capturas. As feromonas foram trocadas a cada cinco semanas de acordo com a indicação do fabricante.

Paralelamente, e em dois períodos diferentes que corresponderão a duas gerações distintas do bichado-da-macieira, foram selecionadas 25 árvores, onde, em cada uma delas, foram instaladas duas cintas armadilhas de cartão canelado, com 25 cm de largura e 50 cm de comprimento, tendo sido colocadas uma a cerca de 20 cm do solo e outra num ramo no interior da copa, à altura dos olhos do operador (Figura 3.1). As cintas armadilhas foram instaladas a 18 de junho e 20 de agosto tendo sido recolhidas a respetivamente a 23 de julho e 9 de outubro. De cada cinta foram contados os indivíduos pertencentes aos grupos de artrópodes mais representativos e recolhidas as pupas que foram colocadas em condições naturais para realizarem o processo da diapausa, sendo mais tarde colocadas em condições laboratoriais, para acelerar o processo de emergência. Após emergência, os indivíduos eclodidos foram sexados e contados, tendo sido também registado o número de pupas parasitadas e não eclodidas.

Para a comparação de médias entre grupos recorreu-se ao teste Kruskal-Wallis, quando eram mais de dois grupos, e ao teste Mann-Whitney, para comparação de dois grupos independentes, usando o programa estatístico PAST v.2.

Foi aplicado um Modelo Aditivo Generalizado (GAM) com log-link para ajustar abundância de *C. pomonella* ao longo do período de amostragem em função do modo de

Capítulo 3

produção (produção integrada ou abandonado). A natureza da abundância de *C. pomonella* durante o período de estudo é não linear pelo que a variável tempo, medida em dias Julianos, foi ajustada como smoother. Devido à presença de uma overdispersão, ou seja, grande variabilidade nos dados, foi usada a distribuição Binomial Negativa. Foi utilizada a função `gam` do pacote “`mgcv`” (Wood 2011) em R, versão 3.5.1. (R Core Team, 2018). Para melhor compreensão dos dados e ajustamento por nós obtidos, procedeu-se à sua comparação com os resultados tratados de forma semelhante e que constam do trabalho de Rizzotto (2018).

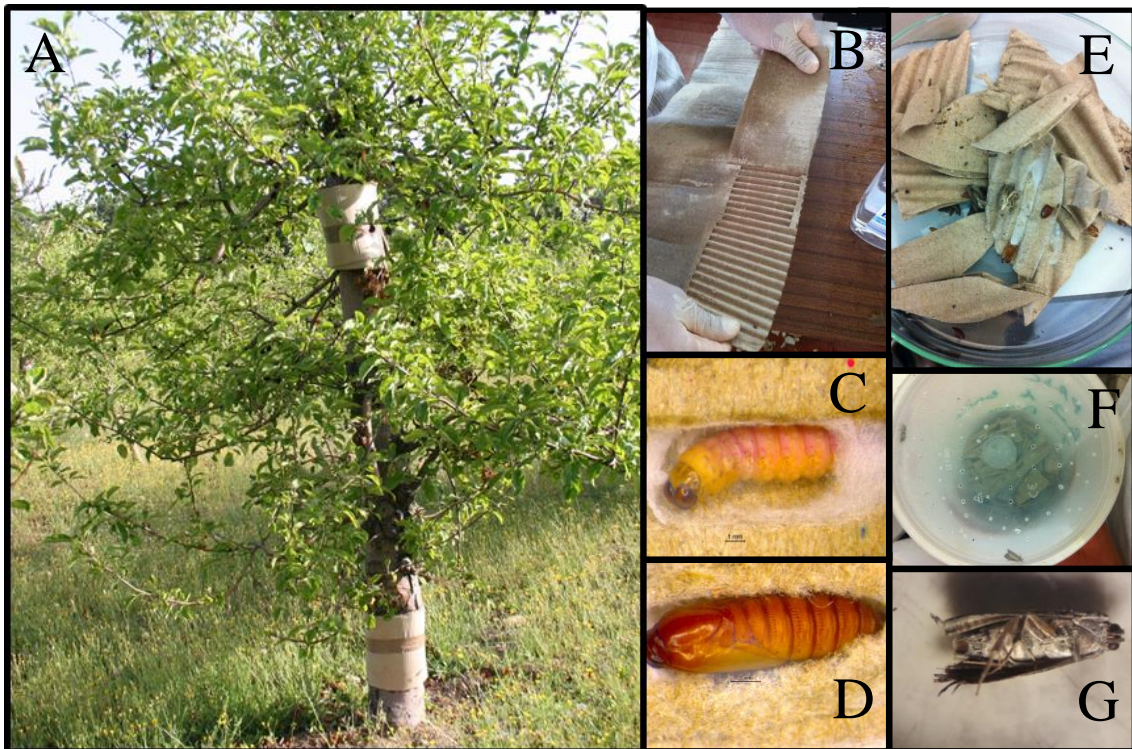


Figura 3.1. Representação da técnica das diversas etapas da amostragem com cintas de armadilhas (A- Colocação das armadilhas; B- Recolha e transporte das armadilhas para triagem no laboratório; C- Larva; D- Pupa; E- Corte do material com larvas e pupas; F- Armazenamento do material para eclosão; G- Identificação do material).

3.3. Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos referentes à curva de voo dos adultos de *C. pomonella* (Fig. 3.2 e 3.3), verificou-se um maior número capturas nos pomares abandonados (Fig. 3.2A e B) comparativamente com o pomar comercial (Fig. 3.3). Em todos os pomares, observaram-se três períodos com níveis de capturas mais elevados, nomeadamente em finais de maio, finais de junho e meados de agosto. Assim, o primeiro pico de voo corresponderá à

Capítulo 3

eclosão dos adultos das pupas que ficaram em hibernação durante o período de Inverno, enquanto os dois picos restantes corresponderão a diferentes gerações do inseto.

Os resultados obtidos mostram que nesses períodos o número médio de capturas no P. abandonado 1 foi de $46,33 \pm 2,08$, $95,33 \pm 16,26$ e $38,67 \pm 4,16$, no P. abandonado 2 foi de $46,67 \pm 3,06$, $80,33 \pm 7,64$ e $12,67 \pm 8,74$, enquanto no P. comercial foi de $8,33 \pm 3,21$, $15,00 \pm 10,39$, e $7,33 \pm 6,43$ adultos.

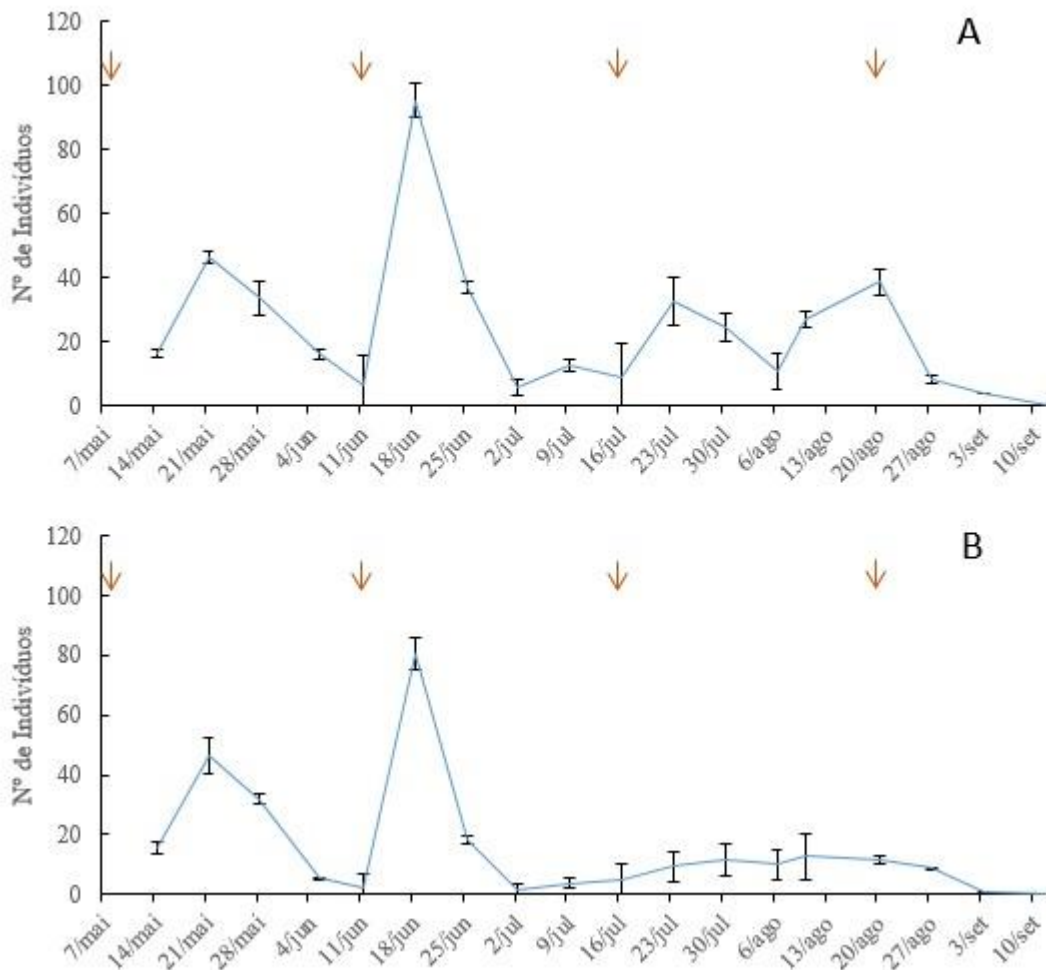


Figura 3.2. Número médio (\pm EP) de captura de adultos de *Cydia pomonella* L., em armadilhas tipo delta nos pomares sem tratamento (A- P. abandonado 1; B- P. abandonado 2), com indicação dos períodos de mudança de feromona (∇). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Com os correspondentes atrasos ou avanços na estação, devidos às condições ambientais locais (ver Cap. 2), o comportamento observado pela praga na região de Carrazeda de Ansiães, é semelhante ao encontrado por outros autores quando estudaram o voo dos

Capítulo 3

adultos de *C. pomonella* em pomares de macieira Grécia (Damos et al., 2018), na Roménia (Drosu et al., 2008), na Bulgária (Kutinkova et al., 2009), nos Estados Unidos (Lacey & Unruh, 2005) e na Suíça (Graf et al., 2018).

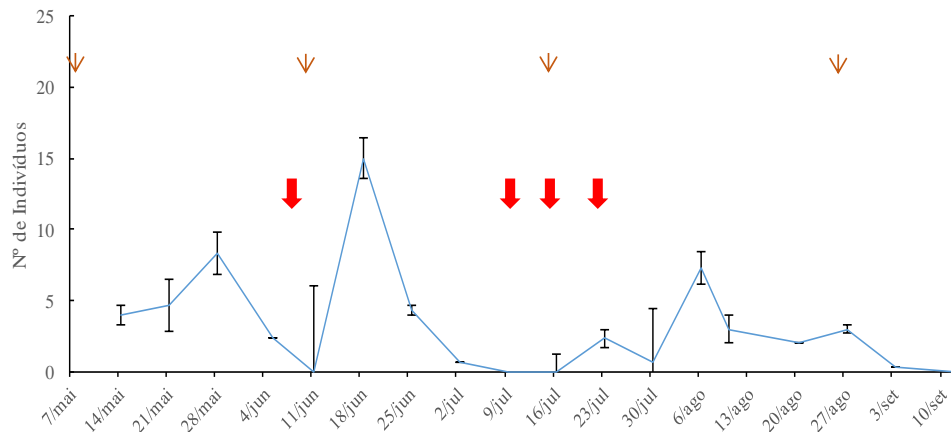


Figura 3.3. Número médio (\pm EP) de captura de adultos de *Cydia pomonella* L., em armadilhas tipo delta no pomar em porteção integrada (P. comercial), com indicação dos períodos de mudança de feromona (∇) e realização de tratamentos fitossanitários conta a praga (\downarrow). Carrazeda de Ansiães, 2018.

A aplicação do modelo binomial negativo GAM com o objetivo de modelar o aparecimento dos adultos aos dados obtidos dos adultos de *C. pomonella* capturados em armadilhas tipo Delta, encontram-se na Figura 3.4. Para a preparação desta figura, e no que respeita aos pomares abandonados, apenas se usaram os resultados respeitantes ao pomar 1, uma vez que desta forma permite melhor comparação com o observado no ano anterior em pomares da mesma região e que foi observado por Rizzotto (2018) e que se encontra expresso na Figura 3.4A, enquanto a aplicação do modelo aos dados por nós recolhidos se encontra na Figura 3.4B. De acordo com o modelo binomial negativo GAM a abundância de *C. pomonella* foi significativamente inferior no pomar comercial que no abandonado (valor estimado = -1,20035; SE = 0,102; Z = 17,74; P = $2e^{-16}$). A função smooth dos dias julianos foi significativa (edf = 7,347; χ^2 = 596,9; P = $2e^{-16}$). Os resultados apresentam a mesma tendência muito semelhante aos registados por Rizzotto (2018) para os mesmos pomares. Contudo, como é possível observar, o número de indivíduos capturados foi inferior em 2018 comparativamente a 2017. Enquanto em 2017 havia uma separação nítida das duas curvas (pomar abandonado 1 e pomar comercial) com uma probabilidade de 95% de separação, isso não foi tão evidente no ano de 2018. Tal fato poderá estar relacionado com o menor número de frutos no pomar

abandonado no segundo ano de estudo. A redução do número de frutos condiciona as populações de *C. pomonella* e conseqüentemente o número de capturas, apesar de terem sido sempre muito superiores no pomar abandonado (Figura 3.4).

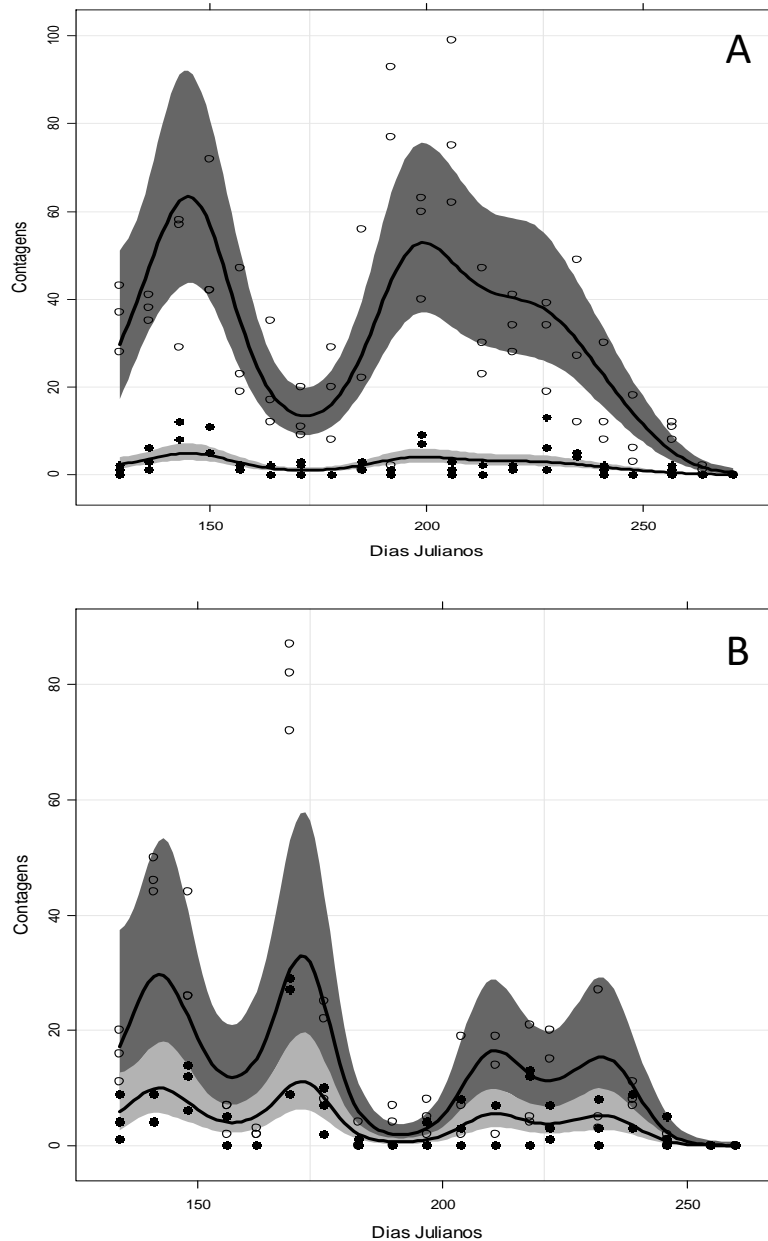


Figura 3.4. Aplicação do modelo binomial negativo GAM para estimativa do número de adultos (linhas contínuas) adultos de *Cydia pomonella* L. utilizando as capturas em armadilhas tipo Delta, em função do modo de produção ao longo do período de amostragem (dias Julianos). As áreas cinzentas representam os intervalos de confiança a 95% para os dois smoothers (cinzento escuro - P. abandonado 1; cinzento claro- comercial), e os pontos os valores das contagens semanais (o - abandonado; ● - produção integrada comercial). A- ano de 2017 (Reizzoto, 2018); B- ano de 2018, Carrazeda de Ansiães.

Capítulo 3

No que respeita aos resultados obtidos nas cintas armadilhas, estes encontram-se nos Quadros 3.1 e 3.2. No Quadro 3.1, os resultados respeitantes ao número de pupas/adultos do bichado-da-maciceira, e no Quadro 3.2 os resultados respeitantes à restante fauna encontrada nas cintas armadilhas.

Quadro 3.1. Número de pupas (média \pm desvio padrão) recolhidas em cintas armadilha colocadas na copa e no tronco da árvore nos pomares abandonados (P. abandonado 1 e P. abandonado 2) e pomar comercial (P. comercial), em dois períodos de colocação de armadilhas (23 de julho e 09 de outubro). Carrazeda de Ansiães, 2018.

	P. abandonado 1		P. abandonado 2		P. comercial	
	Nº pupas	adultos	Nº pupas	adultos	Nº pupas	Adultos
23 de julho						
Copa	0,36 \pm 0,81 ^{aA}	2♀+7♂	0,32 \pm 0,75 ^{aA}	2♀+5♂	0,00 \pm 0,00 ^{aB}	0♀+0♂
Tronco	0,64 \pm 0,91 ^{aA}	3 ♀+10♂	0,32 \pm 0,75 ^{aA}	2♀+6♂	0,00 \pm 0,00 ^{aB}	0♀+0♂
09 de outubro						
Copa	0,24 \pm 0,52 ^{aA}	1♀+1♂	1,16 \pm 3,73 ^{aA}	1♀+1♂	0,04 \pm 0,20 ^{aA}	0♀+0♂
Tronco	1,00 \pm 1,38 ^{bA}	8♀+8♂	2,28 \pm 4,78 ^{bA}	19♀+22♂	0,00 \pm 0,00 ^{aB}	0♀+0♂

Em cada data, na mesma coluna procedeu-se à comparação entre extratos (copa e tronco), letras minúsculas iguais mostram não existirem diferenças com significado estatístico ($P \geq 0,05$). Na linha, e na comparação entre pomares, letras maiúsculas iguais mostram não existirem diferenças com significado estatístico ($P \geq 0,05$).

Nas cintas retiradas no dia 23 de julho (Quadro 3.1), o número médio de pupas recolhidas nos pomares abandonados apresentou diferenças significativas comparativamente com o observado no pomar comercial considerando os indivíduos recolhidos no tronco ($\chi^2=5,95$; $P=0,002$). Nas cintas armadilhas do pomar comercial não se verificou presença de pupas de *C. pomonella* o que pode ser devido aos baixos níveis populacionais da praga, e à aplicação de pesticidas para proteção dos frutos durante o ciclo cultural nos pomares comerciais o que reduz os níveis de bichado-da-maciceira. Neste período, e em cada um dos pomares, não foram registadas diferenças no número de indivíduos entre a copa e o tronco.

Por sua vez nas cintas retiradas a 9 de outubro, os valores registados nas cintas do tronco nos pomares abandonados foram significativamente superiores aos registados no pomar comercial ($\chi^2=13,35$; $P=8,782 \times 10^{-5}$), contudo, e apesar do número reduzido de pupas recolhidas no pomar comercial, tal não se verificou ao nível da copa da árvore ($\chi^2=1,036$; $P=0,226$) (Quadro 3.1). Nos pomares abandonados, os valores observados no tronco foram

Capítulo 3

significativamente superiores aos registados na copa, nomeadamente para o pomar abandonado 1 ($U=195,5$; $P=0,009$), e pomar abandonado 2 ($U=213$; $P=0,020$) o que poderá estar relacionado com aspetos biológicos da própria espécie, que na segunda geração prefere pupar mais próximo ao solo.

No que respeita à restante fauna não alvo encontrada nas cintas armadilhas, no conjunto das duas amostragens, foram observados indivíduos, descritos por ordem de abundância relativa, pertencentes à ordem Araneae (653 indivíduos), ordem Hemiptera (2 indivíduos), família Forficulidae (853 indivíduos), família Curculionidae (321 indivíduos), família Formicidae (16 indivíduos), família Coccinellidae, (7 indivíduos), e família Chrysopidae (1 indivíduo), contudo a sua importância relativa foi diferente de acordo com o período de recolha das cintas. Na figura 3.5 encontra-se a distribuição relativa dos diferentes grupos de artrópodes recolhidos em cada uma das épocas de colocação de armadilhas.

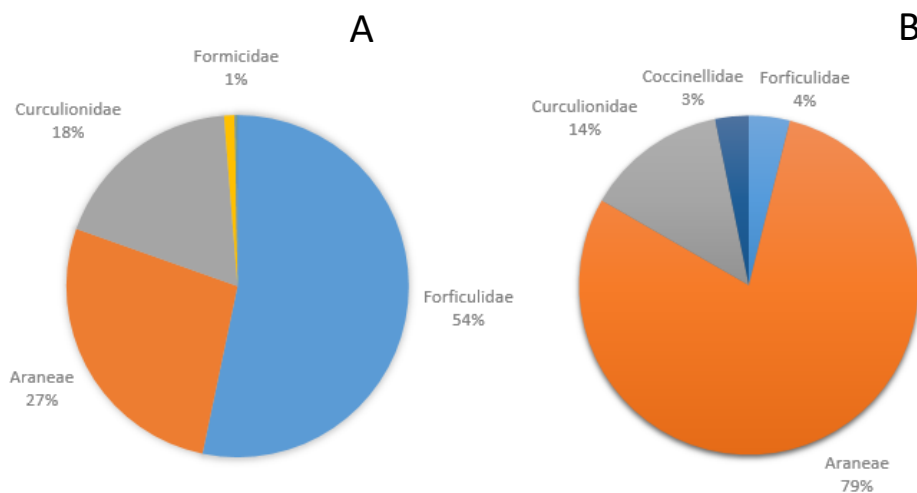


Figura 3.5. Distribuição relativa do número total de artrópodes recolhidos nas cintas armadilhas recolhidas a 23 de julho (A) e a 9 de outubro (B).

Considerando que apenas as aranhas, forficulídeos e curculionídeos apareceram em número considerável, optou-se por analisar estes grupos quanto à sua distribuição nos extractos da planta e época de recolha das cintas (Quadro 3.2). Enquanto os dois primeiros grupos (aranhas e forficulídeos) têm importância na limitação natural de pragas, os curculionídeos são conhecidos essencialmente pelos seus hábitos alimentares fitófagos.

O número de aranhas obtido nas cintas recolhidas a 23 de julho foi significativamente superior no tronco relativamente à copa da árvore no P. abandonado 1 ($U=118,5$; $P=0,0001$) e

Capítulo 3

P. abandonado 2 ($U=10,5$; $P=3,518e^{-09}$) não se verificando a mesma tendência no do pomar comercial não havendo diferenças entre extratos ($U=301,5$; $P=0,8169$). Ao comparar o número de indivíduos recolhidos nos diferentes pomares e analisando por extrato, verificou-se que na copa da árvore o número observado nos pomares abandonados foi superior ao registado no pomar comercial ($\chi^2=6,32$; $P=0,03$). Nas cintas recolhidas a 9 de outubro, foi observada uma tendência semelhante com a exceção do pomar comercial, com um número de indivíduos recolhidos significativamente superior nas cintas dos troncos em comparação à copa, para o P. abandonado 1 ($U=153,5$; $P=0,001$) e P. abandonado 2 ($U=56$; $P=2,856e^{-07}$) enquanto no pomar comercial não se registaram diferenças ($U=246$; $P=0,096$). A comparação entre os três pomares observou-se que também no tronco foi mantida a mesma tendência de capturas significativamente superiores nos pomares abandonados em relação ao pomar comercial ($\chi^2=34,37$; $P=1,473e^{-08}$). De uma maneira geral, o número de indivíduos observado nas cintas colhidas na primeira data foi muito superior ao recolhido na segunda data, independentemente do pomar e do extrato (Quadro 3.2). É conhecida a ação predadora das aranhas, sendo auxiliares importantes em pomares de macieiras em todo o mundo (Miliczky et al., 2000), aspeto será discutido mais em pormenor no Capítulo 5 que se encontra dedicado à identificação das aranhas recolhidos nos pomares em estudo.

Por sua vez o número de forficulídeos, observados nas cintas recolhidas a 23 de julho, e que tinham sido colocadas na copa, foi muito elevado nos pomares abandonados, com valores médios de 14,44 e 17,44 indivíduos por cinta, respetivamente no P. abandonado 1 e P. abandonado 2, tendo sido significativamente superiores aos registados no pomar comercial, com apenas 0,08 indivíduos por cinta ($\chi^2=49,84$; $P=6,947e^{-12}$). A comparação entre a copa e o tronco permitiu observar que o número de indivíduos observado foi significativamente inferior na copa, no P. abandonado 1 ($U=0$; $P=9,199e^{-10}$) e P. abandonado 2 ($U=1,5$; $P=8,747e^{-10}$) enquanto no comercial não se registaram diferenças. Também a nível do tronco os pomares abandonados registaram valores de forficulídeos significativamente superiores aos registados no pomar comercial ($\chi^2=6,646$; $P=0,006$). Na recolha de cintas de 9 de outubro, a populações de forficulídeos reduziu-se drasticamente (Quadro 3.2), com valores médios a rondar os 0,2 indivíduos por amostra nas cintas colocadas na copa das árvores dos pomares abandonados, enquanto no pomar comercial e no tronco das árvores de todos os pomares não foi detetado nenhum indivíduo. As populações de forficulídeos têm um papel importante na limitação natural de pragas uma vez que na sua generalidade são predadores importantes de diferentes espécies consideradas pragas (Lordan et al., 2014). No caso específico de *C. pomonella*, os

Capítulo 3

forficulídeos têm sido apontados como importantes predadores de ovos do bichado-da-macieira (Glen, 1977). A existência de um número muito superior no primeiro período de amostragem poderá ter a ver com esse fato, uma vez que nesse período a saída de adultos originarão novas posturas, e conseqüentemente alimento, enquanto no segundo período os adultos saem no ano seguinte.

Quadro 3.2. Número (média \pm desvio padrão) de aracnídeos, forficulídeos e curculionídeos recolhidos em cintas armadilha colocadas na copa e no tronco da árvore nos pomares abandonados (P. abandonado 1 e P. abandonado 2) e pomar comercial (P. comercial), em dois períodos de colocação de armadilhas (23 de julho e 09 de outubro). Carrazeda de Ansiães, 2018.

	Aracnídeos		Forficulídeos		Curculionídeos	
	Copa	Tronco	Copa	Tronco	Copa	Tronco
23 de julho						
P. abandonado 1	1,92 \pm 1,04 ^{aA}	4,16 \pm 2,30 ^{aB}	14,44 \pm 4,99 ^{aA}	1,08 \pm 1,87 ^{aB}	1,80 \pm 1,83 ^{aA}	4,84 \pm 3,93 ^{aB}
P. abandonado 2	1,60 \pm 0,96 ^{aA}	7,00 \pm 4,14 ^{bB}	17,44 \pm 9,48 ^{aA}	0,64 \pm 1,15 ^{aB}	2,76 \pm 1,96 ^{aA}	2,12 \pm 1,96 ^{bA}
P. comercial	1,24 \pm 0,66 ^{bA}	1,24 \pm 0,88 ^{cA}	0,08 \pm 0,28 ^{bA}	0,00 \pm 0,00 ^{bA}	0,04 \pm 0,20 ^{bA}	0,00 \pm 0,00 ^{cA}
09 de outubro						
P. abandonado 1	1,60 \pm 0,71 ^{aA}	2,64 \pm 1,19 ^{aB}	0,20 \pm 0,50 ^{aA}	0,00 \pm 0,00 ^{aB}	0,24 \pm 0,52 ^{aA}	0,48 \pm 1,12 ^{aA}
P. abandonado 2	0,72 \pm 1,10 ^{bA}	3,12 \pm 1,27 ^{aB}	0,24 \pm 0,66 ^{aA}	0,00 \pm 0,00 ^{aB}	0,36 \pm 0,76 ^{aA}	0,44 \pm 0,65 ^{aA}
P. comercial	0,24 \pm 0,60 ^{bA}	0,64 \pm 0,95 ^{bA}	0,00 \pm 0,00 ^{bA}	0,00 \pm 0,00 ^{aA}	0,00 \pm 0,00 ^{bA}	0,00 \pm 0,00 ^{bA}

Em cada data, na mesma coluna na comparação entre pomares, letras minúsculas iguais mostram não existirem diferenças com significado estatístico ($P \geq 0,05$). Na linha, e na comparação entre extratos (copa e tronco), letras maiúsculas iguais mostram não existirem diferenças com significado estatístico ($P \geq 0,05$).

Quanto aos curculionídeos, em ambos os períodos de observação, quer no tronco quer na copa, o seu número foi sempre significativamente superior nos pomares abandonados comparativamente ao pomar comercial. Também, em cada pomar, e com a exceção do P. abandonado 1, no primeiro período em que o número foi significativamente superior no tronco ($U=148$; $P=0.0013$), não foram registadas diferenças entre a copa e os troncos (Quadro 3.2). No pomar comercial o seu número foi praticamente inexistente o que estará relacionado com a aplicação de pesticidas, uma vez que sendo organismos fitófagos, ao alimentar-se da planta, terão sofrido o efeito nefasto dos tratamentos.

3.4. Conclusão

A realização deste trabalho permite concluir que os níveis populacionais de adultos do bichado-da-macieira, caso não seja feita qualquer intervenção para limitar as suas populações, o que aconteceu nos pomares abandonados, atingem níveis considerados elevados e com potencial para que as populações a que dão origem causem prejuízos no pomar. Por outro lado, a informação recolhida, apesar de dizer respeito apenas numa única campanha de produção, mostra que na região existem três picos de voo dos adultos, em que o primeiro corresponde aos adultos eclodidos das pupas do ano anterior, e os outros dois a duas gerações distintas do inseto. A informação recolhida nas cintas armadilhas permite concluir que há alguns fatores de limitação que devem ser considerados, como a ocorrência de aranhas e forficulídeos, e que podem atuar na redução das populações do bichado-da-macieira. Por outro lado, verificou-se também que no segundo período de amostragem o número de pupas recolhido foi superior nas armadilhas colocadas nos troncos, o que indica uma preferência por parte do inseto para passar o período de diapausa invernal próximo do solo.

3.5. Referências bibliográficas

- Beers, E.H.; Horton, D.R.; Miliczky, E. (2016). Pesticides used against *Cydia pomonella* disrupt biological of secondary pests of apple. *Biological Control*, **102**, 35-43.
- Coutinho, C. (2007). Artrópodes auxiliares na agricultura (C. A. Gráfica, ed.).
- Damos, P.T.; Kouloussis, N.A.; Koveos, D.S. (2018). A degree-day phenological model for *Cydia pomonella* and its validation in a Mediterranean climate. *Bulletin of Insectology*, **71**, 131-142.
- de Waal, J. Y.; Malan, A. P.; Addison, M. F. (2011). Efficacy of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) against codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in temperate regions. *Biocontrol Science and Technology*, **21**, 1161–1176.
- Drosu, S.; Teodorescu, G.; Ciobanu, M.; Sumedrea, M.; Cazacu, S.; Chireceanu, C.; Cânsca, L.; Oprean, I. (2008). Studies on the attract & kill method to control the lepidopteraan pests in Romanian apple orchards and vineyards. *Romanian Journal of Plant Protection*, **1**, 23–28.

Capítulo 3

- Glen, D. M. (1977). Predation of Codling Moth Eggs, *Cydia pomonella*, the Predators Responsible and Their Alternative Prey. *The Journal of Applied Ecology*, **14**, 445-456.
- Graf, B.; Höhn, H.; Höpli, H.U.; Kuske, S. (2018). Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **166**, 618-627.
- Kutinkova, H.; Dzhuvinov, V.; Kostadinov, R.; Arnaudov, V.; Terziev, I.; Platon, I.; Rosu-Mares, S. (2009). Control of codling moth by “attract and kill” formulation in Bulgaria. *Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture Sodininkystė ir Daržininkystė*, **28**, 19–26.
- 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**, 33–60.
- Lordan, J.; Alegre, S.; Alins, G.; Sarasúa, M. J.; Morton, A.; García del Pino, F. (2014). Compatibility between *Forficula auricularia* and entomopathogenic nematodes to be used in pome fruit pest management. *Journal of Applied Entomology*, **138**, 635–643.
- 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**, 3-36.
- Miliczky, E. R.; Calkins, C. O.; Horton, D. R. (2000). Spider abundance and diversity in apple orchards under three insect pest management programmes in Washington State, U.S.A. *Agricultural and Forest Entomology*, **2**, 203–215.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rizzotto, A. P. (2018). Bioecologia do Bichado da macieira, *Cydia pomonella* L. Dissertação de mestrado em Agroecologia. Escola Superior Agraria, Instituto Politécnico de Bragança. Bragança, 95pp.
- 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.

Capítulo 3

Wearing, C.H.; Hansen, J.D.; Whyte, C.; Miller, C.E.; Brown, J. (2001). The potential for spread of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) via commercial sweet cherry fruit: a critical review and risk assessment. *Crop Protection*, **20**, 465-488.

CAPÍTULO 4

Fauna auxiliar em macieira: comparação entre pomar em produção integrada e pomar sem tratamento

Resumo

Fauna auxiliar em macieira: comparação entre pomar em produção integrada e pomar sem tratamento

A macieira é uma cultura com significado económico em algumas regiões frutícolas portuguesas. No Norte de Portugal, na região de Carrazeda de Ansiães, a produção de maçã é uma atividade importante. Esta cultura é atacada por pragas que podem causar prejuízos avultados. Estas pragas têm, dentro do grupo dos artrópodes, inimigos naturais que, em alguns casos, contribuem para a regulação natural das suas populações. Assim, o estudo desta entomofauna é da maior importância nos ecossistemas agrários, pelo importante contributo que dão para o aumento da biodiversidade e para equilíbrio biológico dos referidos ecossistemas. Para a concretização do estudo, na região de Carrazeda de Ansiães, selecionaram-se dois pomares de macieiras, um em modo de produção integrada e outro sem qualquer tratamento, onde semanalmente, de maio a setembro, através da adaptação da técnica das pancadas, amostraram-se 25 árvores, à razão de dois ramos por árvore, selecionadas aleatoriamente no pomar. O material recolhido foi separado e os artrópodes existentes foram contados e identificados até ao mais baixo nível taxonómico possível. Os resultados obtidos indicam a existência de uma fauna rica e diversificada, associada à macieira na região de Carrazeda de Ansiães. Mostram também que em ambos os pomares os diferentes grupos se encontram representados em proporções semelhantes, sendo as formigas, os himenópteros parasitoides, e as aranhas os grupos mais abundantes. No pomar abandonado, os níveis populacionais foram muito superiores comparativamente ao pomar em proteção integrada e o número de neurópteros, coccinélidos e sirfídeos, importantes na limitação de algumas pragas da macieira, atingiram níveis populacionais com expressão.

Palavras-chave: proteção integrada, pragas, fauna auxiliar, predadores, parasitoides.

Abstract

Beneficial arthropods in apple tree: comparison between orchard in integrated production and without treatments

The apple tree is a crop with economic significance in some Portuguese fruit regions. In the North of Portugal, in the region of Carrazeda de Ansiães, apple production is an important activity. This crop is attacked by pests that can cause large losses. These pests have, within the group of arthropods, natural enemies that, in some cases, contribute to the natural regulation of their populations. Thus, the study of this entomofauna is of major importance in agrarian ecosystems because of the important contribution they make to the increase of biodiversity and to the biological balance of these ecosystems. In the region of Carrazeda de Ansiães, two apple orchards were selected, one in integrated production mode and the other without any treatment, where weekly, from May to September, through the adaptation of a technique of knocking, 25 trees were sampled, at the rate of two branches per tree, randomly selected in the orchard. The collected material was separated and the existing arthropods were counted and identified to the lowest possible taxonomic level. The results indicate the existence of a rich and diverse fauna, associated to the apple tree in the region of Carrazeda de Ansiães. They also show that in both orchards the different groups are represented in similar proportions, being the ants, the hymenoptera parasitoids, and the spiders the most abundant groups. In the abandoned orchard, population levels were much higher compared to the orchard in integrated protection, and the number of neuropters, coccinellids and syrphids, important in limiting some of the apple tree pests, reached population levels with expression.

Keywords: integrated protection, pests, auxiliary fauna, predators, parasitoids.

4.1. Introdução

Em Portugal a cultura da macieira (*Malus domestica* L.) tem grande peso na produção nacional de frutos frescos, tendo, em 2017 a produção de maçã ultrapassando as 329 mil toneladas. No nosso País, a macieira pode ser encontrada de norte a sul, quer como cultura, quer como plantas isoladas em quintais e hortas. Como actividade de exploração comercial as regiões do Ribatejo e Oeste, do Norte e da Beira Interior são as mais importantes. Assim, na região Norte encontram-se instalados 5822 ha de pomares de macieira (Estatística agrícola, 2018) e mais propriamente no Planalto de Ansiães, estima-se que existam mais de 600 ha de pomares instalados em plena produção (Vieira, com. pessoal), assumindo a cultura particular importância, sendo provavelmente a principal actividade económica do concelho.

Enquanto cultura, a macieira é atacada por um considerável número de pragas que variam de região para região, sendo que algumas têm o estatuto de pragas-chaves, uma vez que estão sempre presentes e se não forem tomadas medidas de protecção causam prejuízos avultados. Entre os inimigos mais frequentes destacam-se os afídios (Lefebvre et al., 2017), os lepidópteros (Unruh & Lacey, 2001; Simon et al., 2007; Barnes et al., 1992) e os aranhaços. Nos pomares de Carrazeda de Ansiães o aranhaço vermelho, *Panonychus ulmi* Koch, e o bichado-da-macieira, *Cydia pomonella* L., assumem o estatuto de pragas chave (Vieira, Com. Pessoal).

Em modo de produção convencional, a protecção contra os inimigos das culturas, e neste caso concreto a macieira, era feita com recurso a inseticidas de largo espectro (Sumedrea et al., 2015; Marliac et al., 2016). Contudo, para além dos graves inconvenientes que esse modo de produção acarretava aos mais variados níveis, desde o desenvolvimento de resistências, aparecimento de novas pragas, até aos graves inconvenientes no ambiente e na saúde humana, esse modo de produção não é mais aceite nos dias de hoje. Na actualidade existe uma grande preocupação pela produção de alimentos de forma mais sustentável (Baker et al., 2002) seguros para o Homem, utilizando de uma forma racional os recursos disponíveis, minimizando os efeitos negativos para o ambiente e natureza (Östman et al., 2003).

Neste sentido, a fauna auxiliar é da maior importância nos ecossistemas agrários, por representarem um recurso natural gratuito e renovável, que está presente em todos os ecossistemas, exercendo a sua acção benéfica na limitação natural das pragas (Cahenzli et al., 2019; Coutinho, 2007; Östman et al., 2003). Em macieira, de entre os grupos de auxiliares mais

importantes destacam-se os pássaros, himenópteros parasitóides, aranhas, formigas, carabídeos, forficulídeos, coccinelídeos e neurópteros pela sua ação sobre pragas importantes (Roince et al., 2012; von Berg et al., 2012; Korenko & Pekár, 2010; Monteiro et al., 2013; Glen, 1977; Lefebvre et al., 2017). Assim, nos ecossistemas agrários, devem ser tomadas medidas no sentido de proteger e fomentar a fauna auxiliar, aumentando desta forma a sustentabilidade da cultura.

O presente trabalho teve por objetivo o estudo da entomofauna associada à macieira na região de Carrazeda de Ansiães e perceber de que forma o modo de produção pode afetar as populações dessa entomofauna, comparando para tal um pomar comercial, em produção integrada, e um pomar em que não era realizada qualquer intervenção nos últimos dois anos.

4.2. Material e métodos

O trabalho decorreu no concelho de Carrazeda de Ansiães, em dois pomares (caracterizados no Capítulo 2), durante o ano de 2018. Dos pomares em estudo ambos se encontravam localizados em Fontelonga e distavam entre si cerca de 600 m em linha reta. Um dos pomares, designado de pomar abandonado 1 (P. abandonado 1) (localização: 41°13'59.4"N 7°16'50.2"W), não teve qualquer intervenção fitossanitária nos últimos dois anos, o outro, designado de pomar comercial (P. comercial) (localização: 41°13'35.6"N 7°17'01.5"W), em produção integrada e cujas intervenções contra os inimigos da cultura seguiram os princípios da proteção integrada.

O acompanhamento das populações de auxiliares, foi realizado semanalmente em cada um dos pomares, de 14 de maio a 1 de outubro de 2018, recorreu-se à técnica de pancadas modificada que consiste na realização de duas abanadelas vigorosas sendo o material recolhido num saco entomológico. Assim, em cada pomar foram escolhidas aleatoriamente 25 árvores, e em cada árvore selecionados dois ramos, situados em zonas diametralmente opostas, e que foram abanados vigorosamente duas vezes, constituindo cada árvore uma amostra individualizada. O material foi recolhido para um saco plástico, devidamente identificado, e colocado em mala térmica. Posteriormente as amostras foram transportadas para o laboratório e congeladas a -20°C até triagem e separação do restante material.

Capítulo 4

Para a identificação, inicialmente separaram-se os exemplares por morfoespécies e posteriormente foram identificados até ao mais baixo nível taxonómico possível, ou seja, às ordens no caso dos Aranea e Hymenoptera parasitóides, e às famílias Formicidae, Chrysopidae, Coccinellidae e Forficulidae recorrendo a chaves de entomologia existentes no Laboratório de AgroBioTecnologia/Insetos. Os indivíduos da ordem Aranea foram alvo de um estudo mais aprofundado de identificação até à espécie, tendo essa informação sido tratada em capítulo à parte (Capítulo 5.).

No tratamento de resultados optou-se por apresentar o número de indivíduos por amostra ou por data, de acordo com o objetivo de apresentação. Foi determinada a abundância relativa dos diferentes grupos para cada um dos pomares e no conjunto das amostragens, calculando a percentagem correspondente a cada grupo, relativamente ao total de exemplares observados.

4.3. Resultados e discussão

No total das amostragens e em todos os pomares, foram recolhidas 2419 indivíduos que foram classificados em diferentes grupos taxonómicos como conta no Quadro 4.1.. Destes, a sua maioria, e que correspondeu a cerca de 75%, foram recolhidos no pomar abandonado, enquanto que no pomar comercial foram observados 599 exemplares que correspondem a cerca de 25% do total identificado (Quadro 4.1.).

Quadro 4.1. Abundância total (*N*) e média (\pm desvio padrão da média) dos diferentes grupos recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

	P. abandonado 1		P. comercial		P-value
	<i>N</i>	Média	<i>N</i>	Média	
<i>Predadores</i>					
Araneae	1015	48,33 \pm 34,91 ^a	192	9,43 \pm 6,20 ^b	P<0,001
Coleoptera					
Coccinellidae (larva)	2	0,08 \pm 0,28 ^a	3	0,12 \pm 0,33 ^a	P=0,646
Coccinellidae (adulto)	6	0,24 \pm 0,44 ^a	20	0,80 \pm 0,91 ^b	P=0,014
Dermaptera					
Forficulidae	53	2,12 \pm 1,94 ^a	1	0,04 \pm 0,20 ^b	P<0,001
Diptera					
Sirphidae (adulto)	2	0,08 \pm 0,28 ^a	2	0,08 \pm 0,28 ^a	P=1,000
Heteroptera					
Miridae	7	0,28 \pm 0,54 ^a	8	0,32 \pm 0,48 ^a	P=0,783
Anthocoridae	138	5,52 \pm 2,82 ^a	44	1,76 \pm 1,51 ^b	P<0,001
Neuroptera					
Chrysopidae (larva)	16	6,64 \pm 0,70 ^a	31	1,24 \pm 1,23 ^b	P=0,040
Chrysopidae (adulto)	90	3,60 \pm 2,29 ^a	47	1,88 \pm 1,36 ^a	P=0,054
Hymenoptera					
Formicidae	340	13,60 \pm 8,88 ^a	144	5,76 \pm 4,34 ^b	P<0,001
Total	1669	62,56\pm13,68^a	492	20,80\pm11,25^b	P<0,001
<i>Parasitóides</i>					
Hymenoptera	151	6,04 \pm 2,75 ^a	107	4,28 \pm 2,46 ^b	P=0,021

Ao analisar os diferentes grupos em cada pomar constata-se que a sua posição relativa é ligeiramente diferente. No pomar abandonado foram as aranhas que dominaram, representando mais do que 55% dos auxiliares recolhidos, seguidas das formigas, com 18,7%, dos himenópteros parasitóides (8,3%) e dos antocorídeos (7,6%). Por sua vez no pomar comercial apesar de a ordem de dominância ser semelhante, a proporção de cada grupo de auxiliares foi diferente, com as aranhas a representarem 32,1% dos indivíduos observados, seguidas das formigas, com 24,0%, dos himenópteros parasitóides, com 17,9% do total capturado, e dos crisopídeos adultos, com 7,9%.

Uma análise mais cuidada dos resultados expressos no Quadro 4.1. indica que o número médio de indivíduos por data foi significativamente superior no pomar abandonado, com $62,56 \pm 13,68$ indivíduos, comparativamente ao pomar comercial em que se registaram $20,80 \pm 11,25$ indivíduos por data ao longo de todo o período de amostragem (Quadro 4.1.). A mesma tendência foi registada para os parasitóides em que o número médio por data observado no pomar abandonado ($6,04 \pm 2,75$) foi significativamente superior ao registado no pomar comercial ($4,28 \pm 2,46$) (Quadro 4.1.). E também para os indivíduos das ordens das aranhas e himenópteros parasitóides, e para as famílias dos forficulídeos, antocorídeos, crisopídeos (larvas) e formigas (Quadro 4.1.). Por sua vez o número médio de adultos de coccinelídeos foi significativamente superior no pomar comercial, enquanto para as suas larvas, sirfídeos adultos, mirídeos e crisopídeos adultos não existiram diferenças com significado estatístico entre ambos os pomares (Quadro 4.1.).

Dos artrópodes capturados, foi dada maior ênfase às ordens Araneae, Hymenoptera (parasitóides) e às famílias Formicidae, Chrysopidae, Coccinellidae e Forficulidae por serem mais abundantes em número e terem hábitos alimentares polípagos.

As aranhas, Ordem Araneae, em todas as datas de amostragem, mostraram existir em maior número no pomar abandonado em comparação ao comercial, e os seus níveis populacionais aumentaram a partir do Verão, no pomar abandonado (Figura 4.1.). É conhecida a ação predadora de pragas importantes em diversos agroecossistemas, entre os quais pomares (Korenko & Pekár, 2010). Uma análise mais detalhada deste grupo encontra-se no Capítulo 5.

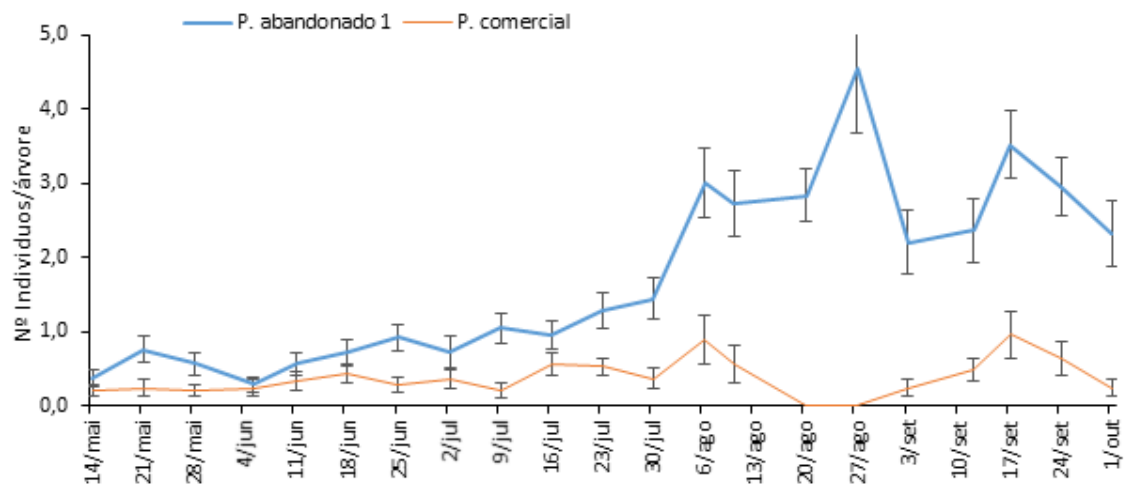


Figura 4.1. Número médio (\pm erro padrão da média) de aranhas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

No que diz respeito aos exemplares capturados da Ordem, deu-se especial ênfase aos parasitóides. A sua abundância estacional em ambos os pomares encontra-se na Figura 4.2.. Com a exceção das amostragens de finais de junho, não foram detetadas grandes diferenças em termos de abundância entre os dois pomares em estudo.

Os himenópteros parasitóides desempenham um papel muito importante na proteção contra pragas de diferentes culturas (Monteiro et al., 2013; Glen, 1977; Lacey & Unruh, 2005), podendo atuar em diferentes fases da vida das pragas desde a fase de ovo às diferentes fases larvares e até ao estado de pupa (Frescata, 2001; Ismail & Albittar, 2016). Alguns autores referem que os parasitóides desempenham uma ação mais eficaz quando presentes em sistemas de produção estáveis, como por exemplo culturas de plantas perenes, em que existe uma seleção criteriosa das substâncias ativas a aplicar nos pomares e cuidado nas operações culturais que possam influir negativamente nas suas populações (Tillman & Mulrooney, 2000).

No caso das pragas da macieira, estão reportadas mais de 100 espécies de parasitóides que atuam sobre o bichado-da-macieira (Lacey & Unruh, 2005), sendo de destacar os parasitóides do género *Trichogramma* sp. que parasitam ovos do bichado-da-macieira, e que por vezes são utilizados como meio de luta biológica contra esta praga com resultados de parasitismo variáveis de 53 a 84% (Thorpe et al., 2016).

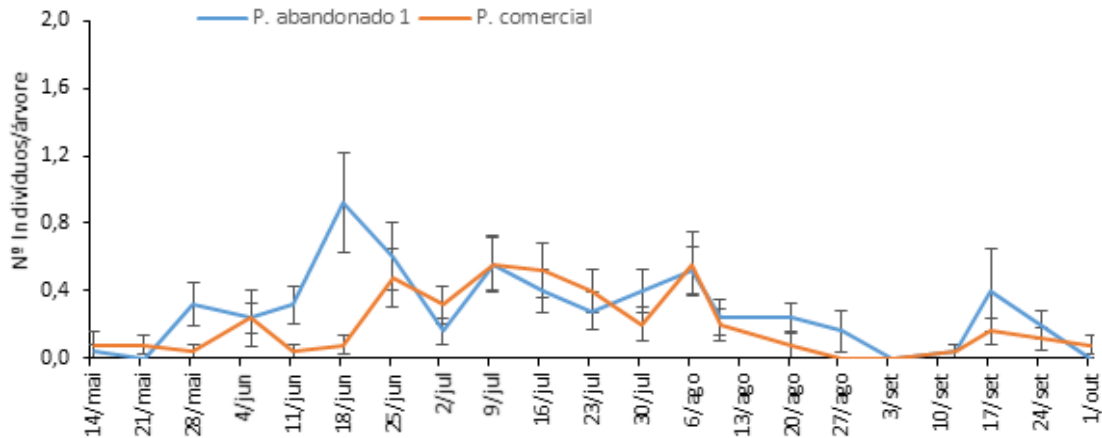


Figura 4.2. Número médio (\pm erro padrão da média) de himenópteros parasitóides por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrizada de Ansiães, 2018.

Na Figura 4.3. apresenta-se a distribuição estacional das formigas nos dois pomares em estudo. Ao longo do período de amostragem verificou-se uma maior abundância no pomar abandonado durante a Primavera com valores superiores entre 21 de maio e 18 de junho, com máximo de exemplares registados na primeira data no pomar abandonado ($2,76 \pm 0,14$ indivíduos por árvore). No início de agosto observou-se maior número no pomar comercial (Figura 4.3.).

O papel das formigas nos pomares de macieira nem sempre é claro e pode ser considerado duplo. Se por um lado apresentam ação predadora e se alimentam de larvas do bichado-da-macieira atacando-as quando estas saem do interior do fruto para pupar (Lacey & Unruh, 2005), por outro lado protegem as colônias de afídios dos seus inimigos naturais ao estabelecerem relações de mutualismo onde se alimentam das meladas que excretam protegendo-os da ação de predadores e parasitóides (Way, 1963). Os picos registados terão a ver com esta segunda situação uma vez que no pomar abandonado houve crescimentos da planta durante a primavera que foram colonizados por afídios, o mesmo ocorrendo no pomar comercial em início de agosto.

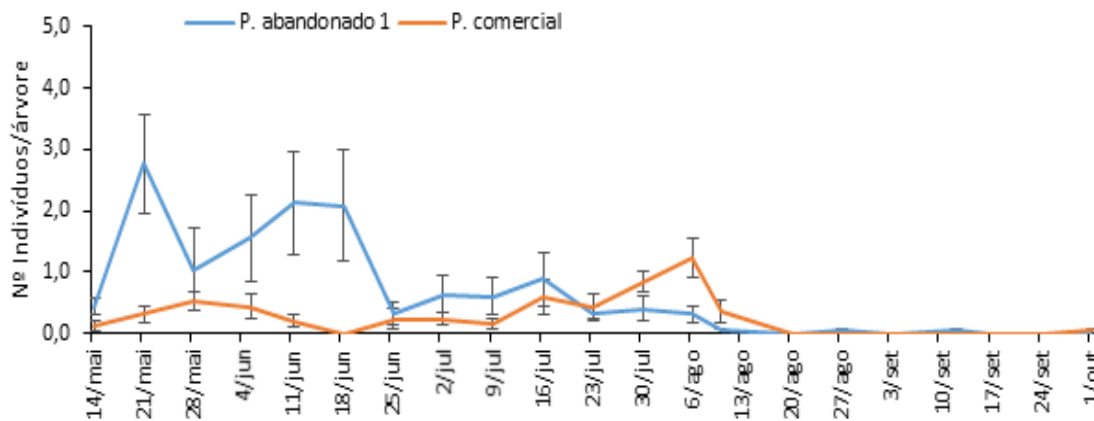


Figura 4.3. Número médio (\pm erro padrão da média) de formigas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Os crisopídeos apresentaram níveis variáveis ao longo do período de amostragem em ambos os pomares (Figura 4.4.). O registo mais elevado ocorreu no pomar comercial, a 16 de julho com um valor médio de $0,96 \pm 0,22$, o que estará relacionado com um ataque de afídio verde ocorrido nesse período. Os crisopídeos são considerados predadores polífagos, uma característica que os torna úteis na luta biológica contra pragas (Frescata, 2001).

Alguns trabalhos indicam que os crisopídeos têm um papel muito importante na predação de afídios e de ácaros de diversas culturas entre as quais a macieira (Amaro, 2003; Rosenhein et al., 2013; Gontijo et al., 2012) alimentando-se de afídios como o afídio verde e de aranhaço vermelho. Enquanto as larvas têm ação predadora, os adultos alimentam-se de pólen ou néctar de plantas e também meladas excretadas por outros insetos. Apesar dos adultos não apresentarem ação predadora a sua presença nos pomares é da maior importância uma vez que se estiverem presentes será aí que efetuam posturas e depois as larvas exercem a sua ação.

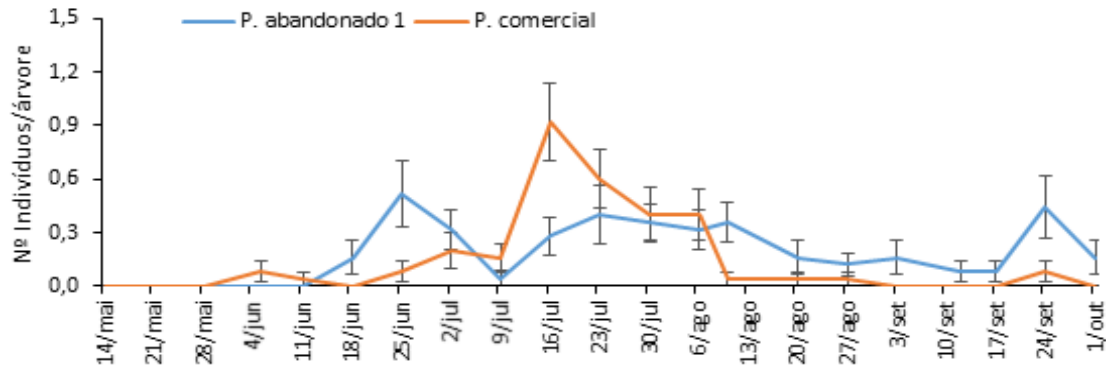


Figura 4.4. Número médio (\pm erro padrão da média) de crisopídeos adultos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018

Os coccinélídeos estiveram presentes em ambos os pomares em pequena escala, sendo o valor médio de capturas mais alto registado a 16 de julho, no pomar comercial com $0,28 \pm 0,11$, o que poderá estar relacionado com o aparecimento dos afídios no pomar (Figura 4.5.). Estes auxiliares desempenham a função de predadores em todas as fases do ciclo de vida, uma característica que os torna particularmente interessantes como agentes de proteção biológica.

Os coccinélídeos, da ordem dos coleópteros, são considerados insetos auxiliares (Horton et al., 2012; Sackett, 2007; Horton et al., 2006), muito polípagos, realizando ações positivas de predação sobre diversas espécies de pragas, como afídios, cochonilhas, moscas brancas e ácaros, realizando também a predação de ovos e ninfas de lepidópteros nos primeiros instares (Cottrell & Tillman, 2017; Lefebvre et al., 2017). O facto de serem polípagos também apresenta desvantagens, podendo muitas vezes exercerem predação sobre ovos e ninfas de outros artrópodes considerados auxiliares, e até mesmo realizar canibalismo (Cottrell & Tillman, 2017).

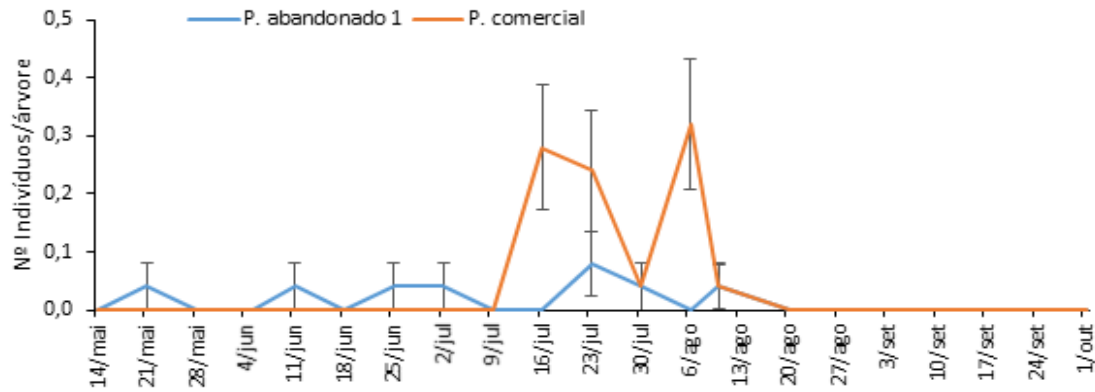


Figura 4.5. Número médio (\pm erro padrão da média) de coccinélídeos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Durante o período de amostragem o número de insetos pertencentes à família dos forficulídeos foi sempre baixo (Figura 4.6.), apesar de estarem presentes praticamente apenas no pomar abandonado. Os forficulídeos são considerados predadores, apresentando uma ação benéfica na limitação natural de pragas que podem afetar os pomares de macieiras, como é o caso do bichado-da-macieira. Estes auxiliares podem consumir larvas imaturas bem como pupas, sendo também considerados predadores chave de afídios da macieira (Lacey & Unruh, 2005; Lordan et al., 2014; Carroll & Hoyt, 1984).

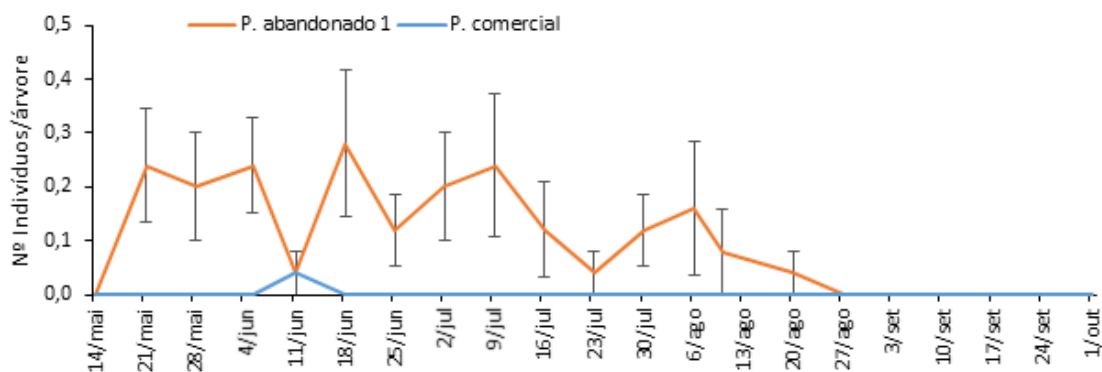


Figura 4.6. Número médio (\pm erro padrão da média) de forficulídeos por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

4.4. Conclusão

Os resultados obtidos indicam que a fauna dos pomares estudados pode ser considerada rica e diversificada, observou-se também que a fauna do pomar abandonado foi de uma maneira geral superior ao pomar comercial por outro lado, observou-se uma relação direta entre grupos auxiliares e grupos de pragas consideradas importantes, o que indica que a fauna pode contribuir para a limitação natural de pragas, sendo deste modo necessário adotar técnicas que fomentem a fauna auxiliar.

4.5. Referências bibliográficas

- Amaro, P. (2003). A Luta Biotécnica. In A Protecção Integrada. ISA/Press.
- Baker, B. P.; Benbrook, C. M.; Groth III, E.; Benbrook, K. L. (2002). Pesticide residues in conventional integrated pest management (IPM) -grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants*, **19**, 427-446.
- Barnes, M. M.; Millar, J. G.; Kirsch, P. A.; Hawks, D. C. (1992). Codling moth (Llepidopóptera: tortricidaeTortricidae) control by dissemination of synthetic female sex pheromone. *Journal of Economic Entomology*, **85**, 1274–1277.
- Cahenzli, F.; Sigsgaard, L.; Daniel, C.; Herz, A.; Jamar, L.; Kelderer, M.; Jacobsen, S. K.; Kruczyńskaf, D.; Matrayc, S.; Porcel, M.; Sekreckaf, M.; Świergielg, W.; Tasing, M.; Telfsere, J.; PfiffneraKrucz, L. (2019). Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards - A pan-European study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **278**, 43–53.
- Carroll, D. P.; Hoyt, S. C. (1984). Augmentation of european earwigs (dermapteraDermaptera: forficulidaeForficulidae) for biological control of apple aphid (Hhomoptera: Aaphididae) in an apple orchard. *Journal of Economic Entomology*, **77**, 738–740.
- Cottrell, T. E.; Tillman, P. G. (2017). Four species of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) exhibit limited predation on *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs and nymphs. *Biological Control*, **114**, 73–78.

- Coutinho, C. (2007). Artrópodes auxiliares na agricultura (C. A. Gráfica, ed.).
- Frescata, C. (2001). Limitação de pragas em agricultura biológica: um modelo necessário. Doutoramento em Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 265pp.
- Glen, D. M. (1977). Predation of codling moth eggs, *cydia Cydia Ppomonella*, the predators responsible and their alternative prey. *The Journal of Applied Ecology*, **14**, 445-456.
- Gontijo, L. M.; Cockfield, S. D.; Beers, E. H. (2012). Natural enemies of woolly apple aphid (hemipteraHemiptera: Aaphididae) in Washington State. *Entomological Society of America*, **12**, 1364–1371.
- Horton, D. R.; Miliczky, E. R.; Jones, V. P.; Baker, C. C.; Unruh, T. R. (2012). Diversity and phenology of the generalist predator community in apple orchards of Central Washington State (Insecta, Araneae). *Canadian Entomologist*, **144**, 691–710.
- Horton, David R.; Broers, D. A.; Hinojosa, T.; Lewis, T. M.; Miliczky, E. R.; Lewis, R. R. (2006). Diversity and phenology of predatory arthropods overwintering in cardboard bands placed in pear and apple orchards of central Central washington Washington stateState. *Annals of the Entomological Society of America*, **95**, 469–480.
- INE, Instituto Nacional de Estatística, (Estatísticas Agrícolas, (2018) https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=320461359&PUBLICACOESmodo=2. Consultado a 25.07.2019.
- Ismail, M.; Albittar, L. (2016). Mortality factors affecting immature stages of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), and the impact of parasitoid complex. *Biocontrol Science and Technology*, **26**, 72–85.
- 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.
- Korenko, S.; Pekár, S. (2010). Is there intraguild predation between winter-active spiders (Araneae) on apple tree bark? *Biological Control*, **54**, 206–212.

Capítulo 4

- Lacey, L. A.; Unruh, T. R. (2005). Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, lepidopteraLepidoptera: Ttortricidae) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens. *Vedalia*, **12**, 33–60.
- Lefebvre, M.; Franck, P.; Olivares, J.; Ricard, J. M.; Mandrin, J. F.; Lavigne, C. (2017). Spider predation on rosy apple aphid in conventional, organic and insecticide-free orchards and its impact on aphid populations. *Biological Control*, **104**, 57–65.
- Lordan, J.; Alegre, S.; Alins, G.; Sarasúa, M. J.; Morton, A.; García del Pino, F. (2014). Compatibility between *Forficula auricularia* and entomopathogenic nematodes to be used in pome fruit pest management. *Journal of Applied Entomology*, **138**, 635–643.
- Marliac, G.; Mazzia, C.; Pasquet, A.; Cornic, J. F.; Hedde, M.; Capowiez, Y. (2016). Management diversity within organic production influences epigeal spider communities in apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **216**, 73–81.
- Monteiro, L. B.; Lavigne, C.; Ricci, B.; Franck, P.; Toubon, J. F.; Sauphanor, B. (2013). Predation of codling moth eggs is affected by pest management practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **166**, 86–93.
- Östman, Ö.; Ekbo, B.; Bengtsson, J. (2003). Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecological Economics*, **45**, 149–158.
- Roincé, C. B.; Lavigne, C.; Ricard, J. M.; Franck, P.; Bouvier, J. C.; Garcin, A.; Symondson, W. O. C. (2012). Predation by generalist predators on the codling moth versus a closely-related emerging pest the oriental fruit moth: a molecular analysis. *Agricultural and Forest Entomology*, **14**, 260–269.
- Rosenheim, J. A. (2001). Source-sink dynamics for a generalist insect predator in habitats with strong higher-order predation. *Ecological Monographs*, **71**, 93–116.
- Rosenheim, J. A.; Limburg, D. D.; Colfer, R. C. (1999). Impact of generalist predators on a biological control agent, *Chrysoperla carnea*: direct observations. *Ecological Applications*, **9**, 409–417.
- Sackett, T. E. (2007). Natural enemy ecology in apple orchards: spider colonization of orchards and effects of kaolin on the apple pest *Choristoneura rosaceana* and its natural enemies.

Capítulo 4

Thesis of Graduate for the degree of Doctor of Philosophy. McGill University, Canadá, 125pp.

Simon, S.; Defrance, H.; Sauphanor, B. (2007). Effect of codling moth management on orchard arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **122**, 340–348.

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.

Thorpe, P. T.; Pryke J. S.; Samawys M. J. (2016). Review of ecological and conservation perspectives on future options for arthropod management in Cape Floristic Region pome fruit orchards. *African Entomology*, **24**, 279-306.

Unruh, T. R.; Lacey, L. A. (2001). Control of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), with *Steinernema carpocapsae*: Effects of supplemental wetting and pupation site on infection rate. *Biological Control*, **20**, 48–56.

von Berg, K.; Traugott, M.; & Scheu, S. (2012). Scavenging and active predation in generalist predators: A mesocosm study employing DNA-based gut content analysis. *Pedobiologia - International Journal of Soil Biology*, **55**, 1–5.

Tillnam, P. G.; Mulrooney, J. E. (2000) Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in Cotton. *Biological and Microbial Control*, **93**, 1638-1643.

Way, M. J. (1963). Mutualism between ants and honeydew-producing homoptera. *Annual Review of Entomology*, **8**, 307–344.

A close-up photograph of a spider's face, showing its large, dark, reflective eyes and the fine hairs on its cephalothorax. The spider is positioned centrally, with its legs partially visible. The background is a soft, out-of-focus light brown color.

CAPÍTULO 5

**O modo de produção afeta a abundância de aranhas
(Araneae) em pomares de macieira**

Resumo

O modo de produção afeta a abundância de aranhas (Araneae) em pomares de macieira.

O Nordeste de Portugal representa cerca de 30% da produção portuguesa de maçã e a sua importância tem vindo a aumentar nos últimos anos. A macieira é atacada por um número considerável de pragas, como por exemplo o bichado-da-macieira, sendo as aranhas, por serem predadores generalistas, consideradas potenciais inimigos naturais dessas pragas podendo contribuir para o equilíbrio do agroecossistema. No entanto, as práticas culturais levadas a cabo nos pomares podem afetar a eficiência de aranhas na supressão de pragas. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar como o modo de produção integrada, em comparação com pomar sem intervenção, influencia a abundância de aranhas em pomares de macieira. Foram selecionados dois pomares de macieira localizados em Carrazeda de Ansiães, sendo um pomar comercial que segue as normas da produção integrada e um pomar abandonado, sem quaisquer intervenção. Semanalmente, de maio a outubro de 2018, utilizando a técnica de pancadas modificada, foram amostradas 25 árvores em cada um dos pomares. O efeito do modo de produção foi avaliado por meio de um teste t de Student. No total, foram recolhidas 1206 aranhas, abrangendo 13 famílias e 32 espécies. A maior abundância de adultos foi registada entre meados de junho e meados de julho, enquanto a maior parte de imaturos foi registrada entre o início de agosto e o final de setembro. A abundância de aranhas foi significativamente superior no pomar abandonado comparativamente ao pomar comercial ($t = -6,94$; $P < 0,001$). Os resultados sugerem que o modo de produção pode afetar as populações de aranhas em pomares de macieira. No entanto, serão necessários mais trabalhos no sentido clarificar o seu papel e incrementar a sua ação na limitação natural de pragas da macieira.

Palavras-chave: diversidade, práticas culturais, predadores, limitação natural.

Abstract

Agricultural management affects the abundance of spiders (Araneae) in apple orchards.

The northeast of Portugal represents around 30% of the Portuguese apple production and it has been increasing during the last years. Apple orchards are threatened by a high number of pests. Spiders are considered potential natural enemies of apple pests since they are generalist predators that can contribute for the balance of agroecosystems. However, crop management practices can affect the efficiency of spiders on pest suppression. The objective of this work was to study the effect of agricultural management on the abundance of spiders in apple orchards. Two apple groves located in Carrazeda de Ansiães were selected, a commercial orchard that follows the integrated production management guidelines and an abandoned one. In each orchard, from May to October 2018, in a weekly basis, canopy spiders were sampled shaking two branches per tree in 25 trees. The effect of management was evaluated through a Student's *t*-test. In total, 1206 spiders were captured encompassing 13 families and 32 species. The highest abundance of adults was recorded between middle June and middle July whereas the highest amount of immatures was recorded between early August and late September. The abundance of spiders was significantly higher in the abandoned orchard than in the commercial one ($t = -6.94$; $P < 0.001$). These results suggest that agricultural management could affect spider populations in apple orchards. Further research is needed within the apple production context to promote the biological control exerted by spiders through environment-friendly agricultural practices.

Key-words: diversity, cultural practices, predators, natural biological control.

5.1. Introdução

As aranhas (Araneae) são uma ordem da classe Arachnida que representam um dos maiores grupos de invertebrados do mundo, encontrando-se distribuídas por diferentes biótopos. Até ao momento encontram-se descritas 48328 espécies de aranhas, distribuídas por 4144 géneros pertencentes a 120 famílias (World Spider Catalog, 2019). Apresentam uma grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, e podem ser encontradas em locais muito distintos, desde desertos áridos, cavernas profundas, zonas costeiras, pântanos e lagoas, dunas de areia, ou planícies inundadas (Samiayyan, 2013).

As aranhas têm hábitos alimentares zoófagos, sendo considerados dos predadores entomófagos mais abundantes nos ecossistemas terrestres (Nyffeler & Sunderland, 2003), contribuindo para a regulação natural de pragas nos agroecossistemas onde se encontram presentes (D'Alberto et al., 2012). As aranhas possuem apuradas técnicas de predação, podendo matar um grande número de presas num curto período de tempo em número superior ao que na realidade consomem (Samiayyan, 2013; Isaia et al., 2010).

Alguns estudos mostram que as aranhas são dos predadores mais abundantes em pomares de macieira por todo o mundo (Hogg et al., 2014; Markó & Keresztes, 2014; Marliac et al., 2016; Belkair et al., 2018; Happe et al., 2019; Michalko & Dvoryankina, 2019), sendo dos poucos grupos que se encontram ativos durante o período de inverno (Belkair et al., 2018). O seu papel como predadoras de pragas importantes da macieira tem sido consecutivamente demonstrado. No que respeita ao bichado-da-macieira Roince et al. (2012) demonstraram por técnicas de biologia molecular, que na primavera as aranhas foram o predador mais efetivo dos adultos do bichado-da-macieira que emergiram das pupas após o inverno. Por outro lado, Unruh et al. (2016) observaram que cerca de 10% das aranhas capturadas em pomares de macieira do estado de Washington (EUA) tinham ingerido bichado-da-macieira antes da sua captura.

O presente trabalho teve por objetivo conhecer as populações de aranhas associadas à copa de pomares de macieira na região de Carrazeda de Ansiães, e comparar as populações de um pomar em produção integrada com outro em que não foi efetuado qualquer tratamento (pomar abandonado).

5.2. Material e métodos

O trabalho decorreu no concelho de Carrazeda de Ansiães (Portugal), em dois pomares de macieira (caracterizados no em Capítulo 2), durante o ano de 2018. Dos pomares em estudo foram selecionados dois, ambos localizados em Fontelonga e distantes entre si em cerca de 600m em linha reta. Um dos pomares, com referência de localização em 41°13'59.4"N 7°16'50.2"W, não teve qualquer intervenção fitossanitária nos últimos dois anos, e que é designado de pomar abandonado 1 (P. abandonado 1), o outro com localização em 41°13'35.6"N 7°17'01.5"W, em produção integrada e cujas intervenções contra os inimigos da cultura seguiram os princípios da proteção integrada, sendo designado de pomar comercial (P. comercial).

Para o acompanhamento das populações de auxiliares, e neste caso específico das populações de aranhas, em cada um dos pomares, semanalmente de 14 de maio a 1 de outubro de 2018, recorreu-se à técnica de pancadas modificada. Assim, em cada pomar foram escolhidas aleatoriamente 25 árvores, e em cada árvore selecionados dois ramos, situados em zonas diametralmente opostas, e que foram abanados vigorosamente duas vezes, constituindo cada árvore uma amostra individualizada. O material foi recolhido para um saco plástico, devidamente identificado, e colocado numa mala térmica. Posteriormente as amostras foram transportadas para o laboratório e congeladas a -20°C até triagem e separação do restante material.

Para a identificação, inicialmente separaram-se os exemplares por morfoespécies e posteriormente foram identificados até ao mais baixo nível taxonómico possível, género ou espécie, recorrendo a chaves específicas (Roberts, 1985; Roberts, 1987; Nentwig et al., 2019).

No tratamento de dados optou-se por apresentar o número de indivíduos por amostra ou por data, de acordo com o objetivo de apresentação. Foi determinada a abundância relativa das diferentes espécies de aranhas para cada um dos pomares e no conjunto das amostragens, calculando a percentagem correspondente a cada espécie, relativamente ao total de exemplares observados. Para a determinação da taxa de ocorrência, calculou-se a percentagem correspondente ao número de amostras em que cada espécie ocorreu relativamente ao número total de amostras recolhidas. Para ambos os cálculos, abundância e ocorrência, apenas se utilizaram os indivíduos adultos uma vez que se considerou que quando a identificação ocorreu

apenas até ao género, existe possibilidade ter sido capturada mais do que uma espécie em cada género.

Para cada um dos pomares, e para o global das amostragens, calculou-se também a riqueza específica (S) que corresponde ao número de espécies por amostra, e ao índice de Diversidade de Shannon-Wiener ($H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$). O seu cálculo foi feito com recurso ao programa para análise de dados científicos PAST v.2. (Hammer et al., 2001)

5.3. Resultados e discussão

No total das amostragens e em ambos os pomares, foram recolhidas 1207 aranhas. Destas, 1015, que correspondem a mais de 80% do total de exemplares, foram capturadas no pomar abandonado, enquanto no pomar comercial o seu número foi muito inferior (192) (Quadro 5.1). Ao proceder à análise do número médio por árvore observou-se que no pomar abandonado o número médio de indivíduos por árvore foi de $1,92 \pm 5,26$ (média \pm erro padrão), enquanto no pomar comercial o número médio de indivíduos foi significativamente inferior ($t = -6,94$; $P < 0,001$) inferior com $0,31 \pm 0,68$ (Figura 5.1).

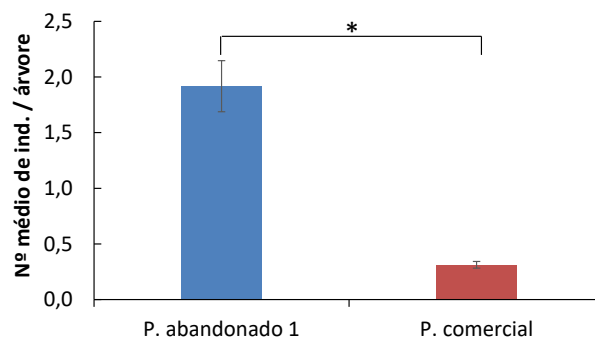


Figura 5.1. Número médio de aranhas por árvore durante o total de amostragens em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Os exemplares recolhidos pertenciam a 13 famílias e 32 espécies (Quadro 5.1). Refira-se que foram registados um número elevado de imaturos, cerca de 38% do número total de exemplares recolhidos, o que dificultou a sua identificação não tendo sido considerados para a contagem do número de espécies presentes, com a exceção de grupos representados apenas por um unico individuo (e.g. Gnaphosidae).

Ao comparar ambos os pomares, observaram-se diferenças nítidas entre o número de espécies encontradas no pomar abandonado, com 28 espécies, e o pomar comercial, onde se contabilizaram indivíduos pertencentes a 13 espécies. Outro aspeto interessante é a constatação da existencia de algumas espécies que apenas aparecem num dos pomares. Assim, do total de espécies identificadas, 20 foram exclusivas do pomar abandonado e cinco do pomar comercial, enquanto oito apareceram em ambos (Quadro 5.1).

Capítulo 5

As espécies mais abundantes, nomeadamente *Synema globosum* (Fabricius, 1775) (35 exemplares) *Araniella cucurbitina* (Clerck, 1757) (28) *Philodromus lividus* (Simon, 1875) (23), *Nigma puella* (Simon, 1870) (11), e *Mangora acalypha* (O. P.-Cambridge, 1889) (10), estiveram presentes em ambos os pomares. Enquanto as restantes espécies apareceram em menor número e tiveram menor ocorrência (Quadro 5.1).

Quadro 5.1. Número de espécies, abundância, frequência e percentagem de ocorrência dos Araneae recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Família	Espécie	Pomar abandonado 1 (n=525)				Pomar comercial (n=525)			
		N	Abundância %*	f	O (%)**	N	Abundância %*	f	O (%)**
Anyphaenidae									
	<i>Anyphaena numida</i> (Simon, 1897)	2	0,5	2	0,4	–	–	–	–
	<i>Anyphaena</i> sp.	5	1,3	5	1,0	–	–	–	–
Araneidae									
	<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	25	6,4	23	4,4	3	4,2	3	0,6
	<i>Cyclosa</i> sp. 1	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
	<i>Mangora acalypha</i> (O. P.-Cambridge, 1889)	8	2,0	8	1,5	2	2,8	2	0,4
	<i>Araneus pallidus</i> (Olivier, 1789)	4	1,0	4	0,8	–	–	–	–
	<i>Cyrtarachne ixoides</i> (Simon, 1870)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
	<i>Araneidae</i> imaturos	53	–	–	–	2	–	–	–
Dictynidae									
	<i>Nigma puella</i> (Simon, 1870)	3	0,8	3	0,6	8	11,1	4	0,8
	<i>Dictynidae</i> imaturos	44	–	–	–	–	–	–	–
Gnaphosidae									
	<i>Gnaphosidae</i> imaturos	1	–	–	–	–	–	–	–
Linyphiidae									
	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
	<i>Erigone dentosa</i> (O. Pickard-Cambridge, 1894)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
	<i>Philloneta impressa</i> (L. Koch, 1881)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	2	0,5	2	0,4	1	1,4	1	0,2
	<i>Agyneta</i> sp. 1	–	–	–	–	1	1,4	1	0,2
	<i>Linyphiidae</i> imaturos	16	–	–	–	7	–	–	–
Lycosidae									
	<i>Pardosa</i> sp. 1	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
Oxyopidae									
	<i>Oxyopes</i> sp.	275	70,0	162	30,9	34	47,2	29	5,5
	<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)	–	–	–	–	1	1,4	1	0,2
Pisauridae									

Capítulo 5

<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	–	–	–	–	1	1,4	1	0,2
Philodromidae								
<i>Philodromus lividus</i> (Simon, 1875)	16	4,1	14	2,7	7	9,7	7	1,3
<i>Philodromus fuscolimbatus</i> (Lucas, 1846)	3	0,8	2	0,4	–	–	–	–
<i>Philodromus albidus</i> (Kulczyński, 1911)	–	–	–	–	1	1,4	1	0,2
<i>Philodromidae</i> imaturos	138	–	–	–	48	–	–	–
Salticidae								
<i>Salticus scenicus</i> (Clerck, 1757)	3	0,8	3	0,6	–	–	–	–
<i>Icius hamatus</i> (C. L. Koch, 1846)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
<i>Ballus variegatus</i> (Simon, 1876)	1	0,3	1	0,2	1	1,4	1	0,2
<i>Evarcha jucunda</i> (Lucas, 1846)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
<i>Salticidae</i> imaturos	48	–	–	–	10	–	–	–
Theridiidae								
<i>Platnickina tincta</i> (Walckenaer, 1802)	2	0,5	2	0,4	–	–	–	–
<i>Theridion</i> sp. 1	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
Theridiidae sp. 1	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
Theridiidae sp. 2	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
<i>Theridiidae</i> imaturos	6	–	–	–	2	–	–	–
Thomisidae								
<i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)	24	6,1	23	4,4	11	15,3	10	1,9
<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1757)	5	1,3	4	0,8	–	–	–	–
<i>Tmarus</i> sp. 1	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
<i>Runcinia grammica</i> (C. L. Koch, 1837)	1	0,3	1	0,2	–	–	–	–
Thomisidae imaturos	148	–	–	–	46	–	–	–
Uloboridae								
<i>Uloborus</i> sp. 1	–	–	–	–	1	1,4	1	0,2
Araneae imaturos	170	–	–	–	–	–	–	–
Total	1015				192			
Total-Imaturos	391				72			

N – número de indivíduos observado; *n* – número total de amostras recolhidas; *f* – frequência, número de amostras em que a espécie foi encontrada; *O* (%) – ocorrência, percentagem de amostras onde foi registrada a presença da espécie. * Para o cálculo da abundância foram apenas utilizados os exemplares adultos; ** Para o cálculo da ocorrência foram apenas utilizados os exemplares adultos.

O pomar abandonado mostrou possuir uma riqueza específica ($0,459 \pm 0,459$) muito superior ao pomar comercial ($0,112 \pm 0,334$), o mesmo se passando relativamente ao índice de Shannon-Wiener (H') que foi cerca de 10 vezes superior no pomar abandonado ($0,040 \pm 0,040$) em comparação com o comercial ($0,004 \pm 0,052$).

A análise da distribuição do número de indivíduos por família encontra-se na Figura 5.2. Como é possível constatar, a distribuição é ligeiramente diferente entre os dois pomares em estudo, tendo sido observado número diferentes de famílias nos dois pomares. Enquanto no pomar abandonado os indivíduos da família *Oxyopidae* dominaram em grande medida, representando 27,1% do total, e com uma abundância cerca de 10% superior às famílias que surgiram nas posições seguintes, nomeadamente *Thomisidae* e *Philodromidae*, no pomar comercial as posições invertem-se com as famílias *Thomisidae* e *Philodromidae* a surgir com maior abundância e em posição relativa superior com mais de 10% da família *Oxyopidae* (Figura 5.2).

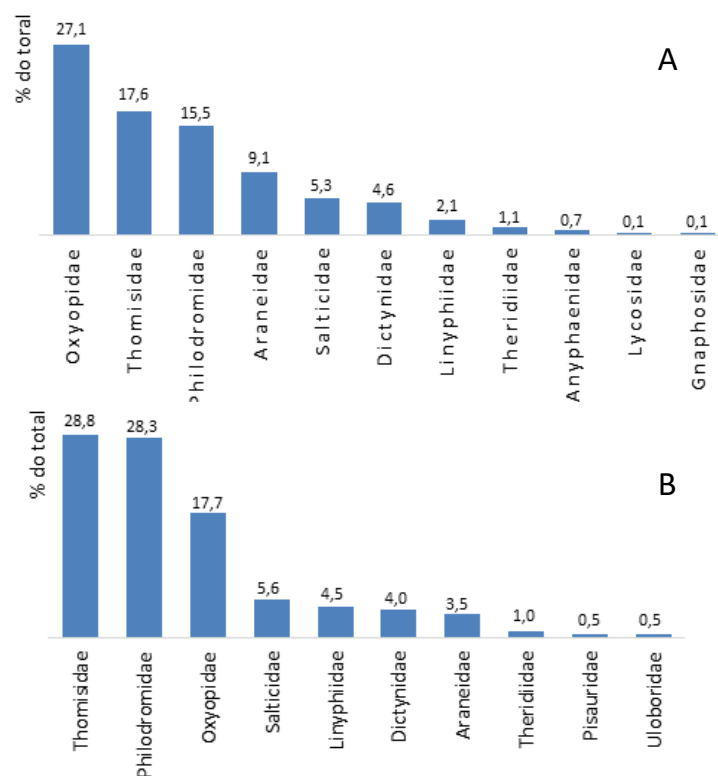


Figura 5.2. Distribuição, em percentagem do total, dos indivíduos de Araneae por família que foram recolhidos ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (A - P. abandonado 1; B - P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Ao analisar a distribuição da população de aranhas em ambos os pomares ao longo do período de amostragem, verifica-se que em todas as datas de amostragem o valor médio de aranhas foi superior no pomar abandonado (Figura 5.2). Um aspeto interessante é o gradual aumento do número de exemplares a partir do mês de julho até início de agosto e que permaneceu em número elevado até final das amostragens (Figura 5.2) e que terá a ver com a emergência de novas aranhas. Se por um lado poderá parecer não fazer sentido esse incremento uma vez que o pomar comercial permaneceu muito mais verde, com maior quantidade de vegetação e maior vigor, por outro lado, provavelmente a partir desse período o número de tratamentos com substâncias insecticidas foi incrementado, matando potenciais presas das aranhas e exercendo efeitos tóxicos sobre as mesmas, o que conseqüentemente tem influência na dinâmica das aranhas diminuindo a sua população.

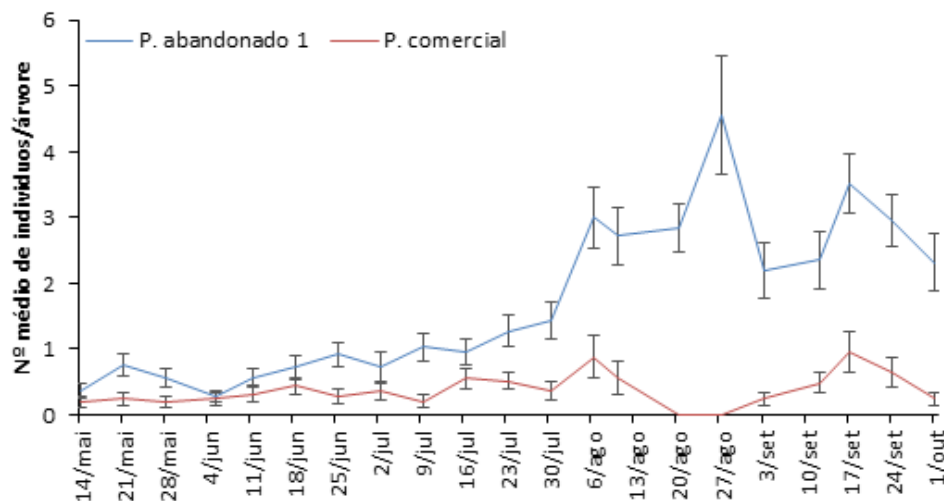


Figura 5.3. Número médio de aranhas por árvore ao longo do período de amostragem em pomares de macieira (P. abandonado 1 e P. comercial). Carrazeda de Ansiães, 2018.

Algumas das espécies encontradas integram os géneros mais frequentes de aranhas nos pomares de macieira europeus, nomeadamente *Araniella* sp. e *Philodromus* sp. que foram as mais frequentes num estudo alargado desenvolvido em pomares de três países europeus (Alemanha, Espanha e Suécia), em pomares conduzidos em produção integrada e em modo de produção biológica (Happe et al., 2019). Contudo a espécie mais frequentemente encontrada nos pomares europeus, *Philodromus cespitum* (Happe et al., 2019; Michalko & Dvoryankina, 2019), não foi encontrada nos pomares estudados, apesar de o género

Capítulo 5

Philodromus estar bem representado em espécies, com três espécies identificadas, e em número, com 213 indivíduos recolhidos (Quadro 5.1).

Tanto o número de indivíduos observados como o número de espécies identificadas neste trabalho estarão relacionados essencialmente com dois aspetos principais, por um lado a ação do antropogénica no pomar comercial e por outro a provável existência de maior quantidade de alimento no pomar abandonado.

Uma vez que se trata de um pomar comercial, tem muitas intervenções culturais, como podas, mondas, manejo do solo e sobretudo com a aplicação de pesticidas, que poderão ser as responsáveis pelo baixo número de indivíduos recolhidos. Alguns autores referem que as aranhas são muito sensíveis à aplicação de pesticidas, podendo atuar como bioindicadores deste tipo de prática agrícola (Roince et al., 2012; Marliac et al., 2016). Assim, no pomar abandonado a população de aranhas terá tendência a ser maior que no pomar comercial. No pomar comercial, durante o ciclo cultural foram aplicadas diferentes substâncias ativas como, mancozebe, ditianão, pirimetanil, clorpirifos metil, difenoconazol, espirotetramato, cresoxime-metilo+difenoconazol, tiofanato-metilo, tetraconazol, difenoconazol, tebuconazol, (informação mais pormenorizada das épocas e doses de aplicação pode ser encontrada no Capítulo 2), com toxicidade variável para as aranhas e que terá um efeito negativo nas suas populações e consequentemente no número de indivíduos. Contudo, tal efeito nem sempre é evidente. No estudo desenvolvido por Happe et al. (2019), ao estudarem a resposta das aranhas a pomares de macieira com diferentes maneios e intensidades de intervenção, detetaram resposta diferenciada de acordo com o modo de produção apenas num dos países (Espanha) dos três em que foi desenvolvido o trabalho. Os autores sugerem que a explicação para este fato está no uso muito limitado de pesticidas para uso em produção integrada, nos países do norte da Europa, ao contrário de Espanha, onde são utilizadas substâncias ativas mais nefastas para os auxiliares (Happe et al., 2019). Concluem também que por outro lado as condições climáticas mais adversas a em latitude mais a norte também favorecem essa situação.

Uma das práticas agronómicas com influência na abundância, diversidade e ação das aranhas é o manejo do solo do pomar. Pomares com coberto vegetal rico em flores, são de uma maneira geral mais diversos em aranhas, apesar de não ser claro que apresentem uma maior ação na limitação natural de pragas (Markó & Keresztes, 2014). Por outro lado, as pedras à superfície do solo, bem como o seu diâmetro são outro dos aspetos a ter em conta

uma vez que o número de pedras que existe na superfície do solo incrementa significativamente a abundância e diversidade de aranhas nos pomares (Benhadi-Marín et al., 2018).

Por outro lado, a quantidade e qualidade do alimento pode também influenciar a distribuição e diversidade de aranhas e dentro da mesma espécie a sua performance enquanto predadoras (Michalko & Dvoryankina, 2019). No pomar abandonado, tratando-se de uma área sem intervenção, é provável que a existência de presas potenciais para as aranhas seja mais diversa o que condicionará o número de indivíduos. Michalko & Dvoryankina (2019) ao compararem a performance e tamanho de *P. cespitum* nas margens e no interior de pomares de macieiras concluíram que áreas menos intervencionadas podem afetar o comportamento intraespecífico das aranhas e mesmo as suas características morfológicas e destas formas interferir com a limitação natural exercida pelas aranhas.

5.4. Conclusão

A principal conclusão deste trabalho é que a população de aranhas em pomares de macieira pode ser abundante e diversificada quando se têm em conta as intervenções no agroecossistema. Assim, foram identificadas 32 espécies pertencentes a treze famílias distintas, no conjunto dos dois pomares analisados. Por outro lado verificou-se que as populações de aranhas foram fortemente condicionadas pelo tipo de pomar, com níveis populacionais significativamente inferiores no pomar em produção integrada, o que poderá estar relacionado com a aplicação de pesticidas. A partir de finais da primavera, início do verão, as populações de aranhas aumentam, o que provavelmente estará relacionado com a maior disponibilidade de alimento. Contudo, são necessários estudos que aprofundem o papel destes artrópodes no ecossistema para assim estimar o seu papel na limitação natural de pragas.

5.5. Referências bibliográficas

Belkair, S.A.; Maziia, C.; Pasquet, A.; Capowiez, Y. (2018). Temporal activity of spiders and earwings during winter in apple trees under a Mediterranean climate. *Biocontrol Science and Technology*, **28**, 823-836.

- D'Alberto, C. F.; Hoffmann, A. A.; Thomson, L. J. (2012). Limited benefits of non-crop vegetation on spiders in Australian vineyards: Regional or crop differences? *BioControl*, **57**, 541–552.
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. (2001) Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Disponível em https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm [Acedido: 2 maio 2019]
- Happe, A-K.; Alins, G.; Blüthgen, N.; Boreux, V.; Bosch, J.; García, D.; Hambäck, P.A.; Klein, A-M.; Martínez-Sastre, R.; Miñarro, M.; Müller, A-K.; Porcel, M.; Rodrigo, A.; Roquer-Beni, L.; Samnegård, U.; Tasin, M.; Mody, K., 2019. Predatory arthropods in apple orchards across Europe: Responses to agricultural management, adjacent habitat, landscape composition and country. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **273**, 141-150.
- Hogg, B.N.; Wand, X.-G.; Mills, N.J.; Daane, K.M. (2014). Resident spiders as predators of the recently introduced light brown apple moth, *Epiphyas postvittana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **151**, 65-74.
- Isaia, M.; Beikes, S.; Paschetta, M.; Sarvajayakesavalu, S.; Badino, G. (2008). Spiders as potential biological controllers in apple orchards infested by *Cydia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae). *Proceedings of the 22th European Congress of Arachnology*, 79–88 pp.
- Markó, V.; Keresztes, B. (2014). Flowers for better pest control? Ground cover plants enhance apple orchards spiders (Araneae), but not necessarily their impact on pests. *Biocontrol Science and Technology*, **24**, 574-596.
- Marliac, G.; Mazzia, C.; Pasquet, A.; Cornic, J.-F.; Hedde, M.; Capowiez, Y. (2016). Management diversity within organic production influence epigeal spider communities in apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **216**, 73-81.
- Michalko, R.; Dvoryankina, V. (2019). Intraspecific phenotypic variation in functional traits of a generalist predator in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **278**, 35-42.
- Nentwig, W., Blick, T., Gloor, D., Hänggi, A. & Kropf, C. 2019. Spiders of Europe (versão 07.2019). Disponível em www.araneae.unibe.ch [Acedido: 01 Julho 2019].
- Nyffeler, M.; Sunderland, K. D. (2003). Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: A comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **95**, 579–612.

- Roberts, M., 1985. The spiders of Great Britain and Ireland. Atypidae to Theridosomatidae. Vol. 1. Harley Books, Colchester, Essex. 229 pp.
- Roberts, M. J., 1987. The spiders of Great Britain and Ireland. Linyphiidae. Vol. 2. Harley Books, Colchester, Essex. 204 pp.
- Roincé, C.B.; Lavigne, C.; Ricard, J.-M.; Franck, P.; Bouvier, J.-C.; Garcin, A.; Symondson, O.C. (2012). Predation by generalist predators on the codling moth versus a closely-related emerging pest the oriental fruit moth: a molecular analysis. *Agricultural and Forest Entomology*, **14**, 260-269.
- Samiayyan, K. (2013). Spiders - The generalist super predators in agro-ecosystems. *Integrated Pest Management*, 283-310.
- 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.
- Vreysen, M. J. B.; Carpenter, J. E.; Marec, F. (2010). Improvement of the sterile insect technique for codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera Tortricidae) to facilitate expansion of field application. *Journal of Applied Entomology*, **134**, 165–181.
- Witzgall, P.; Stelinski, L.; Gut, L.; Thomson, D. (2008). Codling Moth Management and Chemical Ecology. *Annual Review of Entomology*, **53**, 503–522.
- World Spider Catalog. (2019). World spider catalog (versão 20.5). Natural History Museum Bern. Disponível em <http://wsc.nmbe.ch> [Acedido: 27 julho 2019].



CAPÍTULO 6

Considerações finais

6. Considerações finais

O bichado-da-macieira é uma praga-chave das pomóideas na maioria das regiões produtoras a nível mundial. A proteção contra esta praga exige, de uma maneira geral, o recurso a produtos químicos de síntese com consequências nefastas para o Homem e para o meio ambiente. Neste sentido, o acompanhamento das populações da praga, através do registo do número de capturas em armadilhas sexuais, complementado com a observação visual de órgãos atacados, e com dados das condições climáticas e estrutura da paisagem, são aspetos fundamentais para a modelação das populações-da-macieira. Neste trabalho procedeu-se ao ajuste das curvas de voo, no entanto para uma modelação eficaz e que permita predizer com rigor o aparecimento das populações da praga, e assim minimizar os seus prejuízos, requer um estudo a longo prazo, pelo que observações similares devem continuar a ser feitas para que se possa desenvolver um modelo.

Numa fruticultura mais sustentável, devem ser fomentados meios de proteção alternativos aos tratamentos químicos usualmente utilizados. Assim, o conhecimento da fauna auxiliar existente nos pomares, é o primeiro passo para a implementação de medidas que protejam essa fauna e fomentem a sua ação. Neste trabalho procedeu-se ao levantamento da fauna auxiliar em pomares de macieira, contribuindo para a criação de conhecimento base, a nível regional, que possa vir a ser usado numa estratégia de proteção biológica de conservação. Contudo, as relações tróficas que se estabelecem entre os diferentes grupos necessitam e ser aprofundadas, pelo que trabalhos desta natureza deverão ser fomentados no futuro.

Este trabalho demonstrou ainda a existência de um número considerável de aranhas nos pomares de macieiras, para além da sua grande diversidade. Interessará pois saber o papel de cada espécie ou grupos de espécies no sentido de proteger estes auxiliares.