



MARLICE BOTELHO COSTA

**INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS ASSOCIADOS À
MACIEIRA E PESSEGUEIRO**

**LAVRAS – MG
2017**

MARLICE BOTELHO COSTA

**INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS ASSOCIADOS À MACIEIRA E
PESSEGUEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para obtenção de título de Doutor.

Dr. César Freire Carvalho
Orientador

**LAVRAS – MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Costa, Marlice Botelho.

Insetos-pragae inimigos naturais associados à macieira e
pessegueiro / Marlice Botelho Costa. - 2017.

102 p. : il.

Orientador(a): César Freire Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.
Bibliografia.

1. Controle Biológico conservativo. 2. *Malus domestica*. 3.
Prunus persica. I. Carvalho, César Freire. . II. Título.

MARLICE BOTELHO COSTA

**INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS ASSOCIADOS À MACIEIRA E
PESSEGUEIRO**

**PEST INSECTS AND NATURAL ENEMIES ASSOCIATED WITH APPLE AND
PEACH TREE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para obtenção de título de Doutor.

APROVADA em 06 de outubro de 2017.

Dra. Claire Lavigne	INRA/França
Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecília	IMA/EPAMIG/EcoCentro
Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira	UFLA
Dr. Stephan Malfitano Carvalho	UFLA

Dr. César Freire Carvalho
Orientador

**LAVRAS-MG
2017**

OFEREÇO

Aos meus pais, Helder e Clara, pelo amor, exemplo e incentivo;
Meus queridos irmãos, Marlos e Heiguel, sempre companheiros;
Ao meu esposo, Marco, por todo apoio, compreensão e amor constante.

A Deus, pela oportunidade de cada dia e por estar sempre presente em meu caminho.
Com amor e gratidão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Grandes conquistas não se fazem sozinhas.

A Deus por me presentear com saúde e sempre me dar forças para enfrentar os desafios de cada dia.

Ao meu esposo Marco A. Bonini, pela amizade, incentivo, companheirismo e paciência. Sei que sempre posso contar com você, meu amor.

Aos meus pais, irmãos, cunhadas e sobrinhos, obrigada por tudo.

Aos meus sogros Honório e Maria Aparecida pelo carinho e apoio.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia pela oportunidade concedida para a realização do doutorado.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos e pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Doutorado-Sanduiche.

Ao professor César Freire Carvalho, pela orientação, amizade, confiança, ensinamentos e incentivo. Agradeço também pela ajuda na condução dos experimentos, sem seu apoio esse trabalho não teria sido possível.

Aos pesquisadores Claire Lavigne e Pierre Franck, pela amizade, paciência, ensinamentos e por sempre estarem prontos a ajudar tanto durante o doutorado sanduiche quanto em todas as etapas do trabalho.

Ao Institut National de la Recherche Agronomique - INRA pela oportunidade para a realização do doutorado sanduiche.

Aos estagiários, Elise Thenoux, que me ajudou muito nos meus três primeiros meses na França e a Luis Carlos Pereira Junior pela valiosa ajuda nos trabalhos realizados no Brasil.

Ao amigo Vitor Barrile Tomazella pelas várias dicas, auxílio na confecção das armadilhas, parte das análises estatísticas e boa vontade na identificação das vespas.

Ao professor e amigo Alexandre dos Santos pela força na construção de alguns gráficos.

Ao pesquisador Emerson Dias Gonçalves e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG em Maria da Fé, pela parceria e disponibilização da área de estudo.

Aos membros da banca César Freire Carvalho, Claire Lavigne, Luís Cláudio Paterno Silveira, Lenira Viana Costa Santa-Cecília e Stephan Malfitano Carvalho, pela participação da banca examinadora, colaboração e sugestões apresentadas à tese.

Aos professores do Departamento de Entomologia pelos conhecimentos transmitidos.

A todos laboratoristas, secretárias, técnicos e as meninas da limpeza do Departamento de Entomologia da UFLA pela amizade e ajuda sem medir esforços.

A todos colegas de curso pelos momentos de convivência.

Aos amigos brasileiros e franceses que encontrei na França por todo o carinho, paciência e por me tratarem como membro da família.

Aos meus filhos de quatro patas Bruce, Margarida e Cacau pelos momentos de descontração e muito amor.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos

RESUMO GERAL

Sistemas agrícolas necessitam de técnicas adequadas para se colocar em prática o manejo de pragas. Quando o controle desses organismos é indispensável, é recomendado se fazer o monitoramento e a identificação de seus inimigos naturais. Em função da antropização, as paisagens agrícolas tornam-se desprotegidas em termos de biodiversidade. Assim, o uso de faixas de plantas associadas às culturas, é capaz de fornecer recursos importantes para a conservação de inimigos naturais que atuam no controle de insetos-praga. Nesse contexto, a primeira etapa dessa pesquisa foi conduzida com macieiras cultivares Ariane, Gala e Granny no INRA Saint Paul, Montfavet, França. Objetivou-se comparar o efeito de faixas de vegetação com espécies botânicas empregadas em cultivos de macieira, faixa não cultivada com vegetação espontânea e o fator distância entre faixas e linhas de cultivo sobre a ocorrência de *Cydia pomonella* (Linnaeus) e inimigos naturais. Constatou-se que o número de lagartas de *C. pomonella* não diferiu entre as faixas, contudo, foi menor em macieiras localizadas na linha de plantio próxima as faixas de vegetação. O maior número de parasitoides foi em macieiras referentes à faixa de grama e os Carabidae em faixa de plantas silvestres cultivadas. A segunda parte dessa pesquisa foi conduzida em pomares de macieira e pessegueiro na EPAMIG em Maria da Fé, MG, Brasil. O objetivo foi conhecer a flutuação populacional de *Grapholita molesta* (Busck), moscas-das-frutas (Tephritidae) e Vespidae presentes nesses pomares. Adultos de *G. molesta* foram coletados com armadilhas Delta e feromônio Biografolita® e os adultos de tefritídeos com armadilhas tipo “Pet” e proteína hidrolisada. Adultos de *G. molesta* foram observados durante o outono e inverno em pessegueiro e macieiras. Lagartas de *G. molesta* foram observadas nesse mesmo período em pêssego e não foi observada em maçã. Adultos de tefritídeos foram constatados na primavera e verão, sendo 86% *Anastrepha* spp. e 14% *Ceratitis capitata* (Wiedmann). Larvas de *C. capitata* em frutos de pêssego ocorreram em outubro e de *Anastrepha* em novembro, não sendo observada em maçã. As vespas foram coletadas em armadilha “Pet” e Moericke colocadas nessas duas culturas. Em macieira coletou-se 24 morfo-espécies pertencentes a 12 gêneros e em pessegueiro 21 morfo-espécies em nove gêneros. As mais frequentes foram *Agelaia multipicta* (Haliday) e *Agelaia vicina* (de Saussure) para as duas fruteiras. Os gêneros mais abundantes foram *Polybia* Lepeletier e *Polistes* Latreille. Entre as espécies, quatro são registros inéditos para Minas Gerais, *Angiopolybia* sp.1, *Ceramiopsis* sp.1, *Nectarinella* sp.1, *Pachodynerus* sp.1. A maior diversidade, abundância e riqueza de vespas ocorreu em pomar de macieiras, comparado àquelas em pessegueiros. Dos insetos amostrados, pelo menos cinco gêneros são conhecidos e relatados como predadores de insetos-praga e tem como parte de sua fonte alimentar, lagartas que ocorrem em plantas cultivadas ou espontâneas.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, Monitoramento, *Malus domestica*, *Prunus persica*, Inimigo natural.

GENERAL ABSTRACT

Agricultural systems need adequate techniques to practice pest management. When controlling these organisms is indispensable, it is recommended to monitor and identify their natural enemies. Due to anthropization, agricultural landscapes become unprotected in terms of biodiversity. Thus, the use of plant strips associated with crops is capable of providing important resources for the conservation of natural enemies that act to control pest insects. In this context, the first stage of this research was conducted with apple cultivars Ariane, Gala and Granny at INRA Saint Paul, Montfavet, France. The objective was to compare the effect of vegetation strips with botanical species used in apple orchards, uncultivated strip with spontaneous vegetation, and distance factor between strip and rows of cultivation on the occurrence of *Cydia pomonella* (Linnaeus) and natural enemies. It was found that the number of larvae of *C. pomonella* did not differ between the strips, however, it was lower in apple trees located in the planting rows near the vegetation strips. The highest number of parasitoids was in grass strip and the Carabidae in the wildflower strip. The second part of this research was conducted in an area planted with apple and peach trees at EPAMIG in Maria da Fé, MG, Brazil. The objective was to know the population fluctuation of *Grapholita molesta* (Busck), fruit flies (Tephritidae) and Vespidae present in these orchards. Adults of *G. molesta* were collected with Delta traps and Biografolita® pheromone and the tephritid adults with Pet traps and hydrolyzed protein. Adults of *G. molesta* were observed during autumn and winter in peach and apple trees. Larvae of *G. molesta* were observed in the same period in peach and were not observed in apple. Tephritid adults were found in spring and summer, with 86% *Anastrepha* spp. and 14% *Ceratitis capitata* (Wiedmann). Larvae of *C. capitata* in peach fruits occurred in October and *Anastrepha* in November, not being observed in apple. Wasps were collected in "Pet" and Moericke trap placed in these two cultures. In the apple tree were collected, 24 morpho-species belonging to 12 genus and in peach tree 21 morpho-species in nine genus. The most frequent were *Agelaia multipicta* (Haliday) and *Agelaia vicina* (de Saussure) for the two fruit trees. The most abundant genus were *Polybia* Lepeletier and *Polistes* Latreille. Among the species, four are unpublished records for Minas Gerais, *Angiopolybia* sp.1, *Ceramiopsis* sp.1, *Nectarinella* sp.1, *Pachodynerus* sp.1. The greatest diversity, abundance and richness of wasps occurred in an apple orchard, compared to those in peach trees. Of the insects sampled, at least five genera are known and reported as predators of pest insects and have as part of their food source, caterpillars that occur in cultivated or spontaneous plants.

Keywords: Conservative biological control. Monitoring. *Malus domestica*. *Prunus persica*. Natural enemy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Importância da cultura da maçã e do pêssego.....	14
2.2	Principais pragas que ocorrem em macieira e pessegueiro.....	17
2.3	Fatores climáticos	20
2.4	Inimigos naturais relacionados à <i>Cydia pomonella</i>	21
2.5	Controle biológico conservativo.....	22
2.5.1	Uso de faixas de vegetação no controle biológico.....	23
3	REFERÊNCIAS.....	24
	CAPÍTULO 1 Influence of orchard margin vegetation on the population dynamics of the Codling moth <i>Cydia pomonella</i> (Lepidoptera: Tortricidae) and natural enemies.....	31
1	INTRODUCTION.....	33
2	MATERIAL AND METHODS.....	35
2.1	Study site.....	35
2.2	Observation of the diversity of insects in orchards.....	36
2.3	Statistical analysis.....	36
3	RESULTS.....	37
3.1	Abundance of codling moth larvae.....	37
3.2	Codling moth parasitism.....	37
3.3	Abundance of Carabidae.....	40
4	DISCUSSION.....	43
5	CONCLUSION.....	45
6	REFERENCES.....	46
	CAPÍTULO 2 Flutuação populacional de <i>Grapholita molesta</i> (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em macieira e pessegueiro em Maria da Fé-MG.....	49
1	INTRODUÇÃO.....	52
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1	Descrição da área experimental.....	54
2.2	Levantamento populacional de adultos de <i>Grapholita molesta</i> em macieira e pessegueiro.....	55
2.3	Monitoramento de lagartas e pupas de <i>Grapholita molesta</i>	56
2.4	Monitoramento de larvas e adultos de moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro.....	56
3	RESULTADOS.....	58
3.1	Monitoramento de adultos de <i>Grapholita molesta</i>	58
3.2	Monitoramento de lagartas de <i>Grapholita molesta</i> em frutos..	61
3.3	Monitoramento de lagartas de <i>Grapholita molesta</i> nos pomares utilizando cinta-armadilha.....	61
3.4	Monitoramento de larvas e adultos de moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro.....	62
4	DISCUSSÃO.....	67
4.1	Monitoramento de <i>Grapholita molesta</i>	67
4.2	Monitoramento de moscas-das-frutas.....	69
5	CONCLUSÕES.....	72
6	REFERÊNCIAS.....	73

	CAPÍTULO 3 Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) coletadas em pomar de maçã e pêsego cultivados em Maria da Fé-MG.....	78
1	INTRODUÇÃO.....	81
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	83
2.1	Análise estatística.....	85
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4	CONCLUSÕES.....	94
5	REFERÊNCIAS.....	95
	ANEXOS.....	100

1 INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que sejam produzidas no mundo cerca de 800 milhões de toneladas de frutas em aproximadamente 61,4 milhões de hectares. Dentre as principais frutas cultivadas no mundo, a maçã, *Malus domestica* (Borkh) ocupa o terceiro lugar na produção mundial. Entre os países produtores dessa fruta, a França está entre os maiores, com um milhão e 500 mil toneladas. Dentre as pragas economicamente importantes que ocorrem em macieiras nesse país, tem-se *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae), considerada a principal praga e no Sul da França é a de maior ocorrência na cultura. O dano causado por esse inseto é direto porque suas lagartas alimentam-se dos frutos, inviabilizando a comercialização.

O principal método de controle desse inseto-praga é o químico. No entanto, devido as perdas econômicas e pressão socioeconômica para reduzir as aplicações de inseticidas, é crescente as pesquisas com o uso de parasitoides e predadores de ocorrência natural em pomares de maçãs visado ao controle dessa mariposa.

Sob o ponto de vista do controle biológico de pragas, um dos fatores que deve ser levado em consideração refere-se à manipulação do habitat. A presença de plantas com flores nos arredores da cultura e aquelas que vegetam espontaneamente nas entre linhas, podem fornecer aos inimigos naturais recursos vitais para a sobrevivência e reprodução. Um exemplo que tem sido utilizado em vários países, é o uso de faixas contendo plantas ricas em flores dentro ou próximo a cultura. Essa estratégia tem demonstrado efeito positivo sobre artrópodes benéficos que se alimentam de insetos-praga, aumentando a diversidade e a densidade desses inimigos naturais.

Embora a disponibilidade de pólen e néctar fornecido por essas plantas tenha implicações importantes para o controle biológico conservativo, pouco se conhece sobre o efeito dessas faixas na comunidade de parasitoides, predadores e o seu papel na regulação de insetos-praga, por exemplo, *C. pomonella* em pomares de maçãs.

Em relação ao Brasil, a macieira também é uma das principais fruteiras de clima temperado cultivadas, com uma produção da ordem de 1,3 milhões de toneladas. A produção está localizada principalmente na região sul do país. As principais cultivares produzidas são Gala e Fuji, ambas altamente exigentes em horas de frio. No entanto, a expansão da fruticultura de clima temperado tem avançando na região Sudeste, nas áreas de maiores altitudes, como o estado de Minas Gerais, onde a cultura encontra-se em franca expansão. A principal cultivar produzida nesse estado é a maçã Eva, criada pelo Instituto Agrônomo do Paraná para regiões de pouco frio hibernal, adaptando-se em climas subtropicais com altitudes a partir de 900 m.

Outra fruta de clima temperado considerada importante no Brasil é o pêsego, com produção de 217.700 t. A concentração da produção de pêsego ocorre no Sul e Sudeste do País com 78 e 22% da produção, respectivamente. O estado de Minas Gerais é considerado o terceiro maior produtor de pêsegos, com produção de 20.140 t.

A produtividade e a produção dessas fruteiras são ligadas a diversos fatores, dentre eles, a ocorrência de pragas. Dentre as pragas importantes que ocorrem em macieiras e pessegueiros no Brasil, a mariposa-oriental ou broca-dos-ponteiros, *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), é considerada praga primária nessas culturas, sendo que os danos provocados pelas lagartas ocorrem em ramos, ponteiros e frutos.

Juntamente com os tortricídeos as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre os principais insetos-praga que causam danos aos pessegueiros e as macieiras. A principal espécie de importância econômica dessa família nos pomares do Sul do país é a moscas-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) exigindo controle sistemático para viabilizar a produção. Além dessa espécie, em pomares de pessegueiro nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, ocorre a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), espécie de moscas-das-frutas com vasta distribuição geográfica. Além dos danos diretos na qualidade dos frutos, a presença do inseto dificulta a exportação de frutos “in natura”, devido às restrições quarentenárias e de inspeção fitossanitária imposta pelos países importadores.

O controle racional e eficiente desses insetos-praga tem como pré-requisito o conhecimento do momento adequado para a adoção de medidas de controle. Esse momento é definido por meio do monitoramento, que permite conhecer a densidade populacional da praga no pomar e identificar locais de maior ocorrência. Assim, o conhecimento sobre a flutuação populacional, inimigos naturais e as condições climáticas, tornam-se fatores preponderantes que não podem ser negligenciados na agricultura atual.

As pesquisas sobre flutuação populacional de *G. molesta* e moscas-das-frutas em pessegueiro e macieiras estão concentrados na região sul do país e são escassos os trabalhos sobre os inimigos naturais associados a esses insetos-praga nessas culturas.

Dentre os predadores, as vespas (Hymenoptera: Vespidae) são consideradas notáveis pelo seu papel no ecossistema. A dieta de seus imaturos consiste principalmente de proteína animal e quase todas as proteínas adquiridas por esses insetos, durante seu forrageamento, provêm da captura de lagartas. Assim, esses predadores podem ser muito importantes em pomares de macieiras e pessegueiros, pois entre as principais pragas que ocorrem nessas fruteiras, as lagartas são consideradas as mais importantes. Neste contexto, não se conhece a

flutuação populacional da mariposa oriental e de moscas-das-frutas, bem como, quem são os vespídeos relacionados a esses insetos-praga em pomares de maçã e pêssego em Maria da Fé, sul de Minas Gerais, Brasil. Não existem também pesquisas relacionadas à influência do uso de faixas de plantas na distribuição populacional de *C. pomonella*, seus parasitoides e predadores potencias em pomares no Sul da França.

Dessa forma, este estudo teve como objetivos:

(1) Avaliar o efeito de três faixas de vegetação cultivadas com diferentes espécies botânicas (faixa de flores silvestres, faixa de grama e vegetação espontânea) e do fator distância entre as faixas e as linhas de cultivo de macieiras sobre a ocorrência de *C. pomonella* e seus inimigos naturais (parasitoides e carabídeos) presentes em três pomares em Montfavet, Sul da França.

(2) Conhecer a flutuação populacional da mariposa oriental, *G. molesta* e moscas-das-frutas da família Tephritidae em pomares de pessegueiros e macieiras na estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, localizados na Serra da Mantiqueira em Maria da Fé, MG.

(3) Conhecer as espécies de vespas sociais que ocorrem em pomares de pêssego e de maçã na Estação Experimental da EPAMIG, situada na Serra da Mantiqueira em Maria da Fé, MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura da maçã e do pêssego

A macieira pertence à família Rosaceae, subfamília Amygdaloideae (Maloideae), gênero *Malus* composto por cerca de 30 espécies e várias subespécies (CORNILLE et al., 2014). A pomicultura é uma atividade característica de regiões que apresentam clima temperado. O ciclo anual da macieira compreende duas fases distintas: repouso ou dormência e crescimento vegetativo. O período de repouso é característico da fisiologia da planta, um mecanismo adaptativo que permite sua sobrevivência em condições ambientais não favoráveis, quando a planta cessa o crescimento e perde suas folhas (ALVARENGA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2013). Durante o inverno, as baixas temperaturas e fotoperíodo decrescentes são responsáveis por iniciar e terminar esse período de dormência. Após esse período os inibidores de crescimento acumulados são degradados, promovendo floração abundante e retomada da produção (CARVALHO, 2011).

Os mais importantes centros de produção comercial de frutas temperadas encontram-se, entre as latitudes de 30° e 45° N e S. Em latitudes maiores, a temperatura mínima de inverno e as geadas de primavera são os fatores limitantes. Também sob condições especiais, esse cultivo pode estender-se a regiões tropicais, em pontos elevados (MATIAS et al., 2015). Em regiões com altitude inferior a 1.200 m em que não ocorre frio suficiente para a quebra de dormência das gemas, é necessário um tratamento químico para uniformizar a brotação e floração (PETRI, 2003).

Outra característica das macieiras é a auto-incompatibilidade, isso é, não há fecundação no cruzamento entre as flores da mesma planta (BROOHTAERTS; VAN NERUM; KEULEMANS, 2004), sendo necessário o interplântio de cultivares polinizadoras compatíveis e que floresçam na mesma época da cultivar principal para atingir altos rendimentos (PETRI, 2006; KVITSCHAL et al., 2013). De acordo com Bernardi (2003) o percentual mínimo de polinizadoras é de 12%, e elas devem ser distribuídas de forma homogênea no pomar. A polinização é realizada por insetos, principalmente por abelhas, que podem ser distribuídas no pomar durante o período de floração (VIANA et al., 2015).

Existem inúmeras cultivares de macieiras no mundo, dentre elas cerca de 100 são cultivadas, no entanto, mais da metade da produção mundial utiliza apenas quatro cultivares: a Red Delicious, a Golden Delicious, a Gala e a Fuji e respectivos sub- clones, ou mutações espontâneas (NACHTIGALL, 2004).

A maçã é a mais importante fruta, em termos do volume de produção na União Europeia e ocupa o primeiro lugar com 12,7 milhões de toneladas (HELMINGER et al., 2016). A França está entre os maiores produtores e exportadores de maçã do mundo, em uma área cultivada de 37,3 mil ha dessa fruta (FAO, 2016). Esse país é o terceiro maior produtor da Europa com 1,5 milhões toneladas anuais, que corresponde a 17% da produção nesse Continente (EUROSTAT, 2016).

As principais regiões produtoras de maçãs da França são Provence-Alpes-Cotê d'Azur com 24% do volume nacional, acompanhada por Pays de la Loire (16%), Midi-Pyrénées (15%), Aquitaine (13%), Rhône-Alpes (7%) e com 5% dessa produção estão nas regiões Centre, Limousin e Languedoc-Roussillon. Em relação às cultivares, apenas três correspondem a mais de 50% da produção de maçãs na França. Golden Delicious é a mais importante com 30% da produção. Gala é a segunda maçã mais cultivada nesse país e representa 19% da produção nacional, seguida por Granny Smith com 8%. Além dessas três, algumas outras variedades são produzidas (AGRESTE, 2016).

Em relação ao Brasil, a macieira é uma das principais frutíferas de clima temperado cultivadas, com produção localizada principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, devido à topografia, altitude e clima adequados para pomares de grande porte (KIST, 2015) e que correspondem a 99% da produção nacional (AGRIANUAL, 2016). No entanto, a expansão da fruticultura de clima temperado tem avançando na região Sudeste, nas áreas de maiores altitudes, como os estados de São Paulo e Minas Gerais (RASEIRA; BYRNE; FRANZON, 2008; LEONEL; PIEROZZI; TECCHIO, 2011). Isso se deve ao emprego de material melhorado geneticamente, por exemplo, pelo Instituto Agrônômico (IAC), disponibilizando cultivares aclimatadas às condições de inverno ameno (PEDRO JÚNIOR et al., 2007).

O setor tem aumentado em importância até o presente momento como consequência do uso de tecnologias modernas, como variedades adequadas as condições climáticas, aproveitando terras de altitude, frio e variação de temperatura, além da organização da cadeia produtiva (KIST, 2015).

Entre as cultivares, Gala e Fuji representam mais de 90% da produção brasileira, ambas altamente exigentes em horas de frio. Contudo, novos cultivares menos exigentes em frio estão viabilizando o cultivo em outras regiões do Brasil, como no estado de Minas Gerais, onde a cultura encontra-se em franca expansão (OLIVEIRA et al., 2011). A principal cultivar produzida no estado de Minas Gerais é a maçã Eva (OLIVEIRA et al., 2014). Essa cultivar foi criada pelo Instituto Agrônômico do Paraná em 1979 para regiões de pouco frio hibernal,

adaptando-se em climas subtropicais com altitudes a partir de 900 m (IAPAR, 2017). Essa cultivar foi selecionada pela baixa exigência em frio, produtividade, qualidade dos frutos e precocidade, sendo que a época da colheita antecede dois meses as safras das maçãs Gala e Fuji colhidas no Sul do país (OLIVEIRA et al., 2011).

Os principais municípios produtores de maçã no estado são Piedade do Rio Grande e Piranguçu, ambos com produtividade de 40 t/ha, seguidos de Antônio Carlos e Barbacena com 30 t/ha (ALVARENGA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2013).

O pessegueiro cultivado, *Prunus persica* (L.), uma planta de clima temperado sendo que *P. vulgaris* inclui a maioria das cultivares de valor econômico (RASEIRA; BYRNE; FRANZON, 2008). Em relação ao comércio de frutas de caroço, o pessegueiro é a cultura de maior expressão mundial (FACHINELLO et al., 2011) e se dividem em dois tipos de acordo com sua utilização: os de mesa e para indústria (RASEIRA et al., 1993).

O pessegueiro e as demais fruteiras desse grupo têm como característica, entrar em estado de dormência no final do outono e início do inverno. Nesse período as plantas perdem suas folhas e tem seu desenvolvimento aparentemente paralisado (RASEIRA et al., 1993). Essa fruteira requer horas de frio abaixo de 7,2°C para que a brotação e o florescimento ocorram uniformemente, sendo a quantidade de horas exigida variável de acordo com a cultivar (MARODIN; FRANCISCONI; GALLOIS, 1992). A cultura é adaptada às áreas temperadas e subtropicais, no entanto, temperaturas excessivamente baixas no inverno e geadas tardias na primavera são os fatores limitantes para a produção de pêssegos nas zonas de clima temperado. Em locais de clima subtropical, não se cumprindo as horas de frio necessárias, há um comprometimento no desenvolvimento das gemas vegetativas e floríferas, limitando a produção (SCORZA; SHERMAN, 1996). Além do clima, outro fator importante é a polinização cruzada que é promovida por visitantes florais, especialmente as abelhas (DELAPLANE; MAYER, 2000).

A área plantada com pessegueiro no Brasil é da ordem de 18.100 ha, com produção de 217.700 t. A concentração da produção de pêssego ocorre no Sul e Sudeste do País com 78 e 22% da produção, respectivamente. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor, com 13.200 ha cultivados e 80% da safra de pêssegos da região Sul. Salienta-se ainda como segundo produtor nacional o estado de São Paulo, sendo o estado de Minas Gerais considerado o terceiro maior produtor com 20 mil t em uma área de 893 ha (AGRIANUAL, 2016). Entre as principais regiões produtoras de pêssego de Minas Gerais, a maior produtora é a Região do Sul de Minas com uma área de 307 ha de produção (GONÇALVES; ALVARENGA; ANTUNES, 2014). Os principais municípios produtores são: Virgínia e Barbacena com produção de mais de 6.000 t

por ano, seguidos por Santa Rita de Caldas, Santos Dumont e Alfredo Vasconcelos com produção da ordem de 1,5 mil t/ano (IBGE, 2016).

Em relação as cultivares de pessegueiro mais plantadas no Brasil, elas são originárias dos programas de melhoramento genético desenvolvido por órgãos de pesquisa brasileiros e também algumas cultivares de maturação precoce, criadas pela Universidade da Flórida, nos Estados Unidos (CAMPOS et al., 2005). No Rio Grande do Sul predomina o plantio de cultivares destinadas a indústria sob forma de compota, predominando Granada, Maciel, Esmeralda e Jade. Nas áreas menos frias do Sul e Sudeste do país, a maior área plantada são de pêssegos que atendem ao mercado destinado ao consumo “in natura” e a indústria, sendo que 14 cultivares fazem parte desse elenco de plantas nesses locais de cultivo. Raseira (2015) mencionou que na Serra Gaúcha e áreas próximas e com condições climáticas semelhantes, a cultivar Chimarrita é a principal. Em Minas Gerais, as cultivares mais utilizados são: Maciel (40%), Ouro Mel (20%), Aurora (10%) e outros (30%) (GONÇALVES; ALVARENGA; ANTUNES, 2014).

2.2 Principais pragas que ocorrem em macieira e pessegueiro

Várias espécies de insetos e ácaros são encontradas associadas à macieira e pessegueiro no Brasil e sua importância econômica varia conforme o local e o ano (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003; CAMPOS et al., 2005). A maioria das pragas encontradas nessas culturas no país é originária de outras regiões no mundo e foram introduzidas acidentalmente junto com a cultura (KOVALESKI, 2004). Podem-se mencionar as mariposas *C. pomonella*, *G. molesta* e as moscas-das-frutas (Tephritidae) (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003; CAMPOS et al., 2005).

Conhecida como a mariposa-das-maçãs, *C. pomonella* é originária da Eurásia, mas durante os últimos dois séculos se dispersou por todo o mundo com o cultivo de maçãs e peras. Encontra-se também presente nas Américas, África, Austrália e Nova Zelândia (FRANCK et al., 2007). No Brasil essa mariposa foi constatada pela primeira vez na área urbana em Vacaria (RS) em 1991, sendo iniciado o monitoramento dessa praga por meio de armadilhas tipo “Delta” com feromônio, instaladas em toda a região produtora de frutas temperadas. Nos anos seguintes, foi realizada a erradicação das plantas hospedeiras nas áreas urbanas onde ocorreu a captura, sendo substituídas por plantas não hospedeiras. O último exemplar foi capturado em 2011. Em 2014 publicou-se no Diário Oficial da União a erradicação de *C. pomonella*, sendo excluída da lista de pragas quarentenárias para o país (KIST, 2015).

Em relação as injúrias causadas por esse inseto, o sinal típico é a presença de excrementos fecais na superfície do fruto. São detectados orifícios superficiais de entrada de lagartas em estádios iniciais e galerias em direção ao centro do fruto decorrentes do consumo da polpa, podendo também atingir as sementes (BORCHERT et al., 2004; JUMEAN; JONES; GRIES, 2009). Algumas lagartas podem danificar um segundo fruto antes de completar seu desenvolvimento. Em áreas em que *C. pomonella* está estabelecida como praga, quando não são adotadas medidas de controle, as perdas na cultura da macieira podem superar 80% (MILETIĆ; TAMAŠ; GRAORA, 2011; WU; YANG; ZHANG, 2015). Além da maçã, também pode se desenvolver em pera, pêssigo, damasco e nogueiras (DREYFUS; ROUSSEL, 2008). Observa-se ainda que em regiões de clima temperado a diapausa ocorre no último ínstar durante o outono e inverno. As lagartas são encontradas sob a casca das árvores ou mesmo no solo e termina na primavera, quando se transformam em pupas, surgindo posteriormente à primeira geração de adultos (PAJAČ et al., 2012).

A mariposa-oriental ou broca-dos-ponteiros é uma das mais importantes pragas da fruticultura de clima temperado da família Rosaceae, com destaque o pessegueiro e considerada potencial para os plantios de maçã (AFONSO et al., 2002). Nativo do continente asiático, esse tortricídeo está distribuído em praticamente todas as regiões produtoras de pêssigo e de outras frutíferas rosáceas (PAN; LU; JIANG, 2008). No Brasil, essa espécie foi observada pela primeira vez em 1929 no estado do Rio Grande do Sul, em pessegueiros (GONZALES, 1986) e em macieiras, nos anos 80 (LORENZATO, 1988), onde se dispersou para outras regiões do país (HICKEL; DUCROQUET, 1998; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003).

A oviposição desse inseto é realizada de forma isolada na face inferior de folhas novas ou sobre ramos e frutos. No último ínstar as lagartas deslocam-se para o pedúnculo dos frutos, axilas dos ramos ou no solo na área de projeção da copa, em busca de abrigo para entrarem em diapausa quando as condições não são favoráveis ou para transformarem em pupas (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003; BOTTON et al., 2011).

As injúrias provocadas pelas lagartas são observadas nas brotações, ponteiros e nos frutos (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003). As lagartas recém-eclodidas penetram na região do pedúnculo e formam galerias em direção ao caroço, observando-se a resina exsudada e excrementos na superfície (HICKEL; RIBEIRO; SANTOS, 2007; NETO SILVA, 2010). Nos ponteiros uma lagarta pode se alimentar de três a sete ramos diferentes nos primórdios foliares e depois penetram na medula, abrindo uma galeria, provocando a seca e enegrecimento (NORA; RICKEL, 2006; MYERS; HULL; KRAWCZYK, 2006). Além dos danos diretos, a abertura provocada pelas lagartas nos frutos favorece a entrada do fungo *Monilinia fructicola* (G.

Winter) Honey, 1928, o qual é responsável pela podridão dos frutos no pomar ou armazenamento (BOTTON et al., 2011).

Ao grupo moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são conhecidos 481 gêneros e 4352 espécies, com distribuição geográfica ampla e predominância na Região Neotropical, onde são encontrados 72 gêneros e 747 espécies (ZUCCHI, 2000). As larvas desses insetos têm esse nome vulgar associado ao seu hábito alimentar, uma vez que vivem e alimentam-se da polpa de frutos (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992; CORSATO, 2004).

No Brasil as espécies de importância econômica que limitam o comércio de frutas, encontram-se agrupadas aos gêneros *Anastrepha* Schiner, 1868; *Bactrocera* Macquart, 1835; *Ceratitis* MacLeay, 1829 e *Rhagoletis* Loew, 1862 (ZUCCHI, 2000), sendo que apenas os gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* são considerados os mais importantes para a cultura do pessegueiro (ZUCCHI, 2008) enquanto que nas regiões produtoras de maçã, somente ocorrem as espécies do gênero *Anastrepha* (NORA; HICKEL, 2006).

O gênero *Anastrepha*, nativo do continente americano, compreende quase 300 espécies conhecidas (NORRBOM et al., 2015). De acordo com Malavasi; Zucchi; Sugayama (2000), esse gênero foi estabelecido dentro de sua provável área de origem e nenhuma espécie é considerada invasora. No Brasil foram registradas 115 espécies sendo *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. sororcula* Zucchi, 1979 e *A. turpiniae* Stone, 1942 importantes do ponto de vista econômico para a comercialização de pêssegos. Em macieiras, a moscas-das-frutas Sul-americana *A. fraterculus* é relatada como a espécie predominante na cultura (NAVA; BOTTON, 2010; ZUCCHI, 2008). *A. fraterculus* é considerada uma das principais pragas da fruticultura brasileira. Espécie polífaga relatada em 67 plantas hospedeiras em 18 famílias botânicas, ampla distribuição geográfica e maior frequência, sendo as larvas frequentemente encontradas em frutas de mirtáceas (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000; ZUCCHI, 2008).

Em relação à mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) é originária do continente africano e detectada no Brasil no início do século 20 (ZUCCHI, 2012). São relatadas 374 espécies de plantas hospedeiras no mundo, pertencentes a 69 famílias (NAVA; BOTTON, 2010). É considerada a espécie de moscas-das-frutas mais cosmopolita do mundo e encontra-se presente em diversos estados brasileiros (MALAVASI, 2001; NAVA; BOTTON, 2010). Essa mosca é mencionada como de menor importância para cultura do pessegueiro nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que são os principais produtores de frutas de clima temperado (NAVA; BOTTON, 2010).

Esses insetos na fase adulta provocam injúrias e danos significativos oriundos da punctura destinada à oviposição nos frutos, e na fase larval, pelo hábito de serem carpófagos, alimentam-se da polpa dos frutos. Em maçãs o dano ocorre quando os frutos têm aproximadamente 2,0 cm de diâmetro. As perfurações são imperceptíveis no início, mas logo as células dos tecidos danificados morrem e ficam escurecidas (NORA; HICKEL, 2006). Nessa fase a fruta é inadequada para o desenvolvimento larval, e somente 1,0 % dos ovos desenvolvem-se até a fase de pupa (SUGAYAMA, 1995). Em frutos que já completaram seu desenvolvimento, os sintomas de deformação não aparecem externamente, porém, observa-se dano interno devido à alimentação das larvas (KOVALESKI, 2004). Na cultura do pessegueiro, a oviposição e o desenvolvimento larval ocorrem quando os frutos se encontram no período de 25 a 30 dias que antecedem à colheita (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003). Tanto em maçã quanto no pêssigo, as larvas fazem galerias durante a alimentação provocando alterações no sabor, amadurecimento precoce e apodrecimento dos frutos comprometendo a produção e a comercialização (GREGÓRIO et al., 2012). Além dos danos diretos relacionados à qualidade dos frutos produzidos, têm-se aqueles relacionados à exportação de produtos “in natura”, uma vez que as restrições quarentenárias impostas pelos países importadores são rigorosas (BOTTON et al., 2012).

2.3 Fatores climáticos

Dentre os fatores abióticos que podem influenciar a flutuação populacional de *G. molesta* e as moscas-das-frutas, destacam-se a temperatura e a precipitação pluviométrica.

Para *G. molesta*, a temperatura é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das fases imaturas desse inseto, regulando a diapausa no Sul do Brasil e influenciando no comportamento de voo e oviposição (HICKEL et al., 2003; SALLES, 1991). Em monitoramento realizado em pessegueiro no município da Lapa, PR, verificou-se correlação positiva entre a temperatura média diária e a captura de mariposas (MONTEIRO et al., 2009), corroborado por Poltronieri; Monteiro; May-Mio (2008); Arioli; Carvalho; Botton (2005); Hickel et al. (2003); Afonso et al. (2002), que observaram maior ocorrência de indivíduos com o incremento da temperatura.

Em relação a precipitação pluviométrica, em trabalho realizado em pessegueiro em Bento Gonçalves, RS, Arioli; Carvalho; Botton (2005) não obtiveram correlação entre a precipitação acumulada e o número de *G. molestas* capturadas nas armadilhas. No entanto, Poltronieri; Monteiro; May-Mio (2008) atribuíram a redução populacional de *G. molesta* em

relação ao ano anterior, a diminuição da precipitação que houve nessa safra, sendo inferior a 66% a ocorrida no mesmo período no ano anterior.

Para as moscas-das-frutas a flutuação populacional estão relacionados a disponibilidade de frutos hospedeiros e condições climáticas (ALUJA, 1994). Dentre os fatores abióticos, destacam-se a temperatura, umidade relativa, a precipitação pluviométrica e as condições físico-químicas do solo (BATEMAN, 1972). De acordo com Morgante (1991), ovos, larvas e adultos desses insetos têm seu desenvolvimento influenciado pela temperatura do ar, enquanto que as pupas pela temperatura do solo.

Em trabalho realizado em Kawai, Havaí Vargas et al. (1993) observaram que a abundância de *Ceratitis* está relacionada negativamente com a pluviosidade. Entretanto, a falta de umidade no solo pode provocar a mortalidade de pupas e adultos recém emergidos, que tem dificuldade de atravessar solos secos (BAKER et al., 1944).

2.4 Inimigos naturais relacionados à *Cydia pomonella*

Os inimigos naturais de *C. pomonella* são numerosos e muitos não são específicos dessa praga (MILLS, 2005). Os principais predadores desse tortricídeo são aranhas, Dermaptera, larvas de Chrysopidae, besouros das famílias Staphylinidae, Carabidae, Coccinellidae e Cantharidae, entre outros (GADINO; UNRUH; BRUNNER, 2013). Esses predadores são generalistas e seu potencial como agentes de controle biológico foi reconhecido em vários agroecossistemas (SYMONDSON; SUNDERLAND; GREENSTONE, 2002). Entre os Carabidae, as principais espécies relatadas como predadoras de *C. pomonella* são: *Amara aenea* (De Geer, 1774); *Anisodactylus californicus* Dejean, 1829; *Anisodactylus sanctaerucis* (Fabricius, 1798); *Bembidion quadrimaculatum oppositum* Say, 1823; *Chlaenius* Bonelli, 1810; *Clivina impressifrons* LeConte, 1844; *Diplochaela impressicollis* Dejean, 1831; *Harpalus aeneus* (Fabricius, 1775); *Harpalus affinis* (Schrank, 1781); *Harpalus dimidiatus* (P. Rossi, 1790); *Harpalus herbivagus* Say, 1823; *Harpalus pennsylvanicus* (De Geer, 1774); *Pseudoophonus griseus* (Panzer, 1796); *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774); *Pterostichus chalcites* (Say, 1823); *Pterostichus cursitor* (LeConte, 1853), *Pterostichus (Hypherpes) spp.*, *Pterostichus lustrans* LeConte, 1851, *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), (HAGLEY; ALLEN, 1988; RIDDICK; MILLS, 1994 ; ROINCÉ et al., 2012).

Esse inseto-praga é também hospedeiro de vários parasitoides e hiperparasitoides. Entre as espécies mais abundantes de parasitoides associados a *C. pomonella* na Europa, pode-se citar: *Ascogaster quadridentata* Wesmael, 1835 e *Bassus rufipes* (Nees, 1812) (Hymenoptera:

Braconidae); *Dibrachys cavus* (Walker, 1835) (Hymenoptera: Pteromalidae), *Hyssopus pallidus* (Askew, 1964) (Hymenoptera: Eulophidae), *Perilampus tritis* Mayr, 1905 (Hymenoptera: Perilampidae), *Pristomerus vulnerator* (Panzer 1799) e *Trichomma enecator* (Rossi, 1790) (Hymenoptera: Ichneumonidae) (MATAR, 2013).

O braconídeo *A. quadridentata* é um endoparasitoide ovo-larva (coinobionte), especialista em lagartas da família Tortricidae, sendo considerado primário de *C. pomonella* (ATHANASSOV et al., 1997). As lagartas parasitadas por essa espécie são três vezes menores que as não parasitadas (MATAR, 2013). *B. rufipes* é uma endoparasitoide larval generalista que também parasita Tortricidae e *D. cavus* é um ectoparasita gregário generalista de mais de 200 espécies pertencentes a diferentes famílias (ATHANASSOV et al., 1997).

Considerado especialista em parasitar *C. pomonella*, *H. pallidus* é um ectoparasitoide larval gregário e nativo da Europa (TSCHUDI-REIN et al., 2004). A espécie *P. tritis* é um hiperparasitoide (endoparasitoide secundário) generalista, que parasita Tortricidae através de seus parasitoides primários, principalmente os Braconidae (BOGENSCHÜTZ, 1991) e com menor frequência se desenvolvem em parasitoides da família Ichneumonidae (CLAUSEN, 1940). *P. vulnerator* é um endoparasitoide primário generalista que se desenvolve em várias espécies de Lepidoptera sendo frequente em *C. pomonella* em macieiras (ROSENBERG, 1934). De acordo com Schröder (1974) *Pristomerus* sp. é um cleptoparasitoide em lagartas de *Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Tortricidae) em pinho. Ele prefere parasitar lagartas já parasitadas por outras espécies de parasitoide, mas em lagartas de *C. pomonella* não há relatos desse comportamento. Por fim, *T. enecator* é um endoparasitoide generalista que ocorre em várias espécies de Tortricidae. Ele parasita lagartas jovens de *C. pomonella*, logo após a penetração da lagarta na maçã e os adultos desse parasitoide emergem perfurando as pupas dessa mariposa (ATHANASSOV et al., 1997). Esse parasitoide é mais abundante em Nogueira que em macieiras (MATAR, 2013).

2.5 Controle biológico conservativo

Este se baseia na conservação e gestão de predadores e parasitoides de ocorrência natural, a fim de aumentar seu potencial de regulação das pragas (EILENBERG; HAJEK; LOMER, 2001; KRUESS; TSCHARNTKE, 1994). Seu objetivo básico é identificar componentes potencialmente importantes da comunidade de inimigos naturais, categorizar as restrições agrônomicas e ecológicas que limitam sua eficácia (GRIFFITHS et al., 2008).

Esse método pode ser realizado por meio da utilização de espécies de plantas associadas às culturas agrícolas, cultivadas ou naturais. Entre os benefícios proporcionados por essas plantas está à oferta de recursos vitais para a sobrevivência e reprodução dos inimigos naturais, tais como abrigo, sítios de acasalamento e oviposição ou hibernação e alternativas de alimento (como pólen e néctar e /ou presas ou hospedeiros alternativos), podendo fazê-los permanecer nos agroecossistemas na ausência da praga ou quando esta encontra-se em baixo nível populacional (BEGUM et al., 2006).

2.5.1 Uso de faixas de vegetação no controle biológico

Em função da antropização, as paisagens agrícolas tornam-se cada vez mais pobres em termos de biodiversidade. Dessa forma, o uso de faixas de vegetação foi introduzido como medida agroambiental em vários países europeus para melhorar a biodiversidade (JERVIS et al., 1993). As faixas são geralmente mantidas com misturas de sementes de flores silvestres, de ocorrência espontânea ou cultivadas, adjacentes ou dentro de culturas. As misturas de sementes variam entre os países e podem conter somente espécies de flores silvestres ou combinadas com sementes de gramíneas. Além disso, a mistura pode incluir espécies de leguminosas para beneficiar polinizadores em particular (HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011). A maioria dos agricultores utiliza uma mistura de sementes que contém 24 espécies de flores silvestres. No entanto, também existe uma mistura contendo 37 espécies de plantas para formação de faixas de plantas (PFIFFNER; WYSS, 2004).

Vários trabalhos demonstraram que essas faixas têm um efeito positivo sobre os artrópodes benéficos que se alimentam de insetos-praga, aumentando a diversidade, de diversidade e a ocorrência de inimigos naturais (JERVIS et al., 1993, PFIFFNER; WYSS, 2004; HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011; SIVINSKI et al., 2011). A presença de uma vegetação estruturalmente complexa, rica em espécies e estrutura, com um longo período de floração e menor grau de perturbação, proporciona condições favoráveis para os inimigos naturais. No entanto, a escolha das espécies de plantas é de suma importância, para evitar problemas com pragas (PFIFFNER; WYSS, 2004). A mistura de sementes deve incluir flores silvestres anuais, bienais e perenes e espécies de plantas cultivadas (PFIFFNER; WYSS, 2004). As plantas com flores são de extrema importância e amplamente exploradas por muitos predadores e parasitoides, que utilizam o pólen e o néctar como fonte de alimento (LAVANDERO et al., 2005 ; WÄCKERS et al., 2006; WÄCKERS; van RIJN, 2012).

3 REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. P. S. et al. Flutuação populacional e danos de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em sistemas de produção convencional e integrada da cultura do pessegueiro na localidade de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 225-229, 2002.
- AGRESTE **Conjuncture Fruits**. 2016. Infos rapides. Disponível em: <<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/conjinfofru201611pomm.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2017.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Informa economics, São Paulo: FNP. 2016. 455 p.
- ALVARENGA, A. A.; OLIVEIRA, D. L.; GONÇALVES, E. D. Aspectos técnicos da cultura da macieira em regiões de inverno ameno. **Boletim Técnico EPAMIG**, Belo Horizonte, n. 101, 2013, 40 p.
- ARIOLI, C. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M. Flutuação populacional de *Grapholita molesta* (Busck) com armadilhas de feromônio sexual na cultura do pessegueiro em Bento Gonçalves, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 1-5, jan.-fev. 2005.
- ATHANASSOV, A. et al. Les parasitoïdes des larves et des chrysalides du carpocapse *Cydia pomonella* L. **Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture**, v. 29, n. 2, p. 99-110, 1997.
- BERNARDI, J. **Produção Integrada de maçãs no Brasil**. Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/poliniza.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2016.
- BEGUM, M. et al. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 3, p. 547-554, jun. 2006.
- BOGENSCHÜTZ, H. Eurasian species in forestry. In: VAN DER GUEST, L. P. S.; EVENHUIS, H. H. (Eds.) **World Crop Pests: Tortricid Pest: Tortricidae Pest, their Biology, Natural Enemies and Control**. Amsterdam: Elsevier, 1991. v. 5, cap. 5, p. 673-709.
- BORCHERT, D. M. et al. Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and management with methoxyfenozide in North Carolina apples. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 97, n. 4, p. 1353-1364, 2004.
- BOTTON, M. et al. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na fruticultura de clima temperado. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69914/1/Dori-Edson-Nava.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

BOTTON, M. et al. **Bioecologia, monitoramento da mariposa-oriental na cultura do pessegueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2011. 11 p. (Circular técnica, 86).

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; SCOZ, P. L. **Sistema de produção de pêssego de mesa na Região da Serra Gaúcha**. Embrapa, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/pragas.htm>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

BROOThAERTS, W.; VAN NERUM, I.; KEULEMANS, J. Update on and review of incompatibility (S-) genotypes of apple cultivars. **HortScience**, v.39, n. 5, p. 943-947, 2004.

CAMPOS, A. D. et al. **Cultivo do pessegueiro**. Embrapa, 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro/ca p12.htm>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

CARVALHO, V. R. F. **Cadeia produtiva de Maçã no Brasil: Limitações e Potencialidades**. Porto Alegre: BRDE, 2011, 44 p.

CLAUSEN, C. P. **Entomophagous Insects**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940, 688 p.

CORNILLE, A. et al. The domestication and evolutionary ecology of apples. **Trends in Genetics**, v. 30, n. 2, p. 57-65, 2014.

CORSATO, C. D. A. **Mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no norte de Minas Gerais: Biodiversidade de parasitoides e controle biológico**. 2004. 95 p. Tese (Doutor em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI Publishing, 2000, 360 p.

DREYFUS, J.; ROUSSEL, M. **Fiche technique du service regional de la protection des vegetaux de haute-Normandie le carpocapse des pommes et des poires**, 2008. Disponível em: <<http://www.agriculture-arboriculture/Carpocapse-pomme/2008.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **Biocontrol**, v. 46, n. 4, p. 387-400, 2001.

EUROSTAT. **Facts and figures on agriculture in the European Union**. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6641155/5-20022015-BP-EN.pdf/0a8c9960-3515-47ac-9c32-b996696c7f3f>>. Acesso em: 19 out. 2016.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.spe 1, oct. 2011.

FAO. **Banco de dados estatísticos**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

- FRANCK, P. et al. Genetic architecture in codling moth population: comparison between microsatellite and insecticide resistance markers. **Molecular Ecology Resources**, v. 16 (17), p. 3554-3564, 2007.
- GADINO, A.; UNRUH, T.; BRUNNER, J. Codling moth: It's what's for dinner. **Enhanced Biocontrol**, v. 15, n. 1, p. 14-16, 2013.
- GONÇALVES, E. D.; ALVARENGA, A. A.; ANTUNES, L. E. C. O cultivo do pessegueiro em Minas Gerais. In: RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (Ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 670-674.
- GONZALES, R. H. Fenologia de la grapholita o polilla oriental Del durazno. **Aconex**, Santiago, v. 12, n. 1, p. 5-12, 1986.
- GREGÓRIO, P. L. F. et al. The influence of prior experience with artificial fruits on the ovipositing behavior of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 102, n. 2, p. 138-141, jun. 2012.
- GRIFFITHS, J. G. K. et al. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. **Biological Control**, v. 45, n. 2, p. 200-209, 2008.
- HAALAND, C.; NAISBIT, R. E.; BERSIER, L. F. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, n. 1, p. 60-80, 2011.
- HAGLEY, E. A. C.; ALLEN, W. R. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as predators of the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). **The Canadian Entomologist**, v. 120, n. 10, p. 917-925, oct. 1988.
- HELMINGER, W. et al. **Agriculture, forestry and fishery statistics statistical**. EUROSTAT. 2016. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7777899/KS-FK-16-001-EN-N.pdf/cae3c56f-53e2-404a-9e9e-fb5f57ab49e3>>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- HICKEL, E. R.; RIBEIRO, L. G.; SANTOS, J. P. A. A mariposa oriental nos pomares catarinenses: ocorrência, movimento, manejo integrado. **Boletim Técnico EPAGRI**, Florianópolis, n. 139, 2007. 32 p.
- HICKEL, E. R. et al. Dinâmica populacional da mariposa oriental em pomares de pessegueiro e ameixeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 325-337, 2003.
- HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Monitoramento e controle de grafolita ou mariposa-oriental no Alto Vale do Rio do Peixe. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 8-11, 1998.
- IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Macieira IAPAR 75 EVA**. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/eva.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>>. Acesso em: 6 nov. 2016.

JERVIS, M. A. et al. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. **Journal of Natural History**, v. 27, n. 1, p. 67-105, 1993.

JUMEAN, Z.; JONES, E.; GRIES, G. Does aggregation behavior of codling moth larvae, *Cydia pomonella*, increase the risk of parasitism by *Mastrus ridibundus*? **Biological Control**, v. 49, n. 3, p. 254-258, 2009.

KIST, B. B. **Anuário brasileiro da maçã**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 74 p.

KVITSCHAL, M. V. et al. Identificação de polinizadoras para a cultivar de macieira Daiane. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 9-014, 2013.

KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2004. 85 p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na Produção Integrada de Maçã. In: PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, V. R. M. **Produção Integrada de Frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 61-68.

KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Habitat fragmentation, Species Loss, and Biological Control. **Science**, v. 264, n. 1, p. 1581- 1584, jun. 1994.

LAVANDERO, B. et al. Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Helen): Movement after use of nectar in the field. **Biological Control**, v. 34, n. 2, p. 152–158, aug. 2005.

LEONEL, S.; PIEROZZI, C. G.; TECCHIO, M. A. Produção e qualidade dos frutos de pessegueiro e nectarineira em clima subtropical do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. 1. p.118-128, 2011.

LORENZATO, D. Lepidópteros nocivos em fruteiras rosáceas no Sul do Brasil. Porto Alegre: **Ipagro Informa**, v. 31, n.3, p. 71-78, 1988.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILLELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001. p. 39-41.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 93-98.

MARODIN, G. A. B.; FRANCISCONI, A. H. D.; GALLOIS, E. S. P. Efeito químico na queda de dormência e produção de Pereira (*Pyrus communis*, L.) cv. Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 12, n. 1, p. 155-160, 1992.

MATAR, M. M. **Déterminants du parasitisme larvaire du carpocapse du pommier au Sud Est de la France**. 2013. 165 p. Thèse (Doctorat en Sciences de la Vie) - Ecole doctorale Sciences et Agrosociences. Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon, 2013.

- MATIAS, R. G. P. et al. Qualidade de nectarinas produzidas em regiões de clima subtropical. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 6, p. 621-626, nov./dez. 2015.
- MILETIĆ, N.; TAMAŠ, N.; GRAORA, D. The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple trees. **Agriculture**, v. 98, n. 2, p. 213-218, 2011.
- MILLS, N. Selecting effective parasitoids for biological control introductions: codling moth as a case study. **Biological control**, v. 34, p. 274-282, 2005.
- MONTEIRO, L. B. et al. Flutuação populacional e danos de *Grapholita molesta* em pomares convencional e de produção integrada de pêsego, no município de Lapa, PR. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 99-107, 2009.
- MYERS, C. T.; HULL, L. A.; KRAWCZYK, G. Comparative survival rates of Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) larvae on shoots and fruit of apple and peach. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, p. 1299-1309, 2006.
- NACHTIGALL, G. R. **Maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 171 p.
- NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p. (Documento 315).
- NETO E SILVA, O. A. B. et al. Desenvolvimento e reprodução da mariposa oriental em macieira e pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p. 1082-1088, 2010.
- NORA, I.; HICKEL, E. R. Pragas da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Gráfica Editora Pallotti, 2006. p. 463-483.
- NORRBOM, A. L. et al. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. **Zootaxa**, v. 4041, n. 1, p. 001-094, 2015.
- OLIVEIRA D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 284-287, mar./abr. 2014.
- OLIVEIRA D. L. et al. **Maçã 'Eva' desponta a produção no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011, 4p. (Circular Técnica, 141).
- PAJAČ, I. et al. New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchard in Croatia. **Bulletin of Insectology**, v. 65, n. 2, p. 185-193, 2012.
- PAN, Y. Z.; LU, J.; JIANG, F. The occurrence of pear piercing moth and its control. **South China Fruits**, v. 31, p.77-78, 2008.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Época de florescimento e horas de frio para pessegueiro e nectarineiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 425-430, dez. 2007.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 229-260.

PETRI, J. L. Produção Integrada de maçãs no Brasil. Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/ProducaoIntegradaMaca/quebra.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

PIFFNER, L.; WYSS, E. Use of Sown Wildflower Strips to Enhance Natural Enemies of Agricultural Pests. In: Ed. GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; ALTIERI, M. A. **Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods**. Australia: CSIRO Publishing, 2004. p. 167-188.

POLTRONIERI, A. S.; MONTEIRO, L. B.; MAY-DE-MIO, L. L. Flutuação populacional e danos de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em dois sistemas de produção de pessegueiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 628-633, 2008.

RASEIRA, M. C. B. Cultivares de pêssego opções variadas para cada necessidade. **Campo & Negócios Hortifrutí**, Uberlândia, n. 123, p. 58-59, 2015.

RASEIRA, M. C. B.; BYRNE, D. H.; FRANZON, R. C. Pessegueiro. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Eds). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2008. p. 679-706.

RASEIRA, A. et al. **A cultura do pêssego**. Brasília: Embrapa/SPI; Pelotas: Embrapa, CPACT, 1993, 60 p.

RIDDICK, E. W.; MILLS, N. J. Potential of adult carabids (Coleoptera: Carabidae) as predators of fifth-instar codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards in California. **Environmental Entomology**, v. 23, n. 5, p. 1338- 1345, 1994.

ROINCÉ, C. B. et al. 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**, v. 14, p. 260-269, 2012.

ROSENBERG, H. T. The biology and distribution in France of the larval parasites of *Cydia pomonella* L. **Entomological Research Bulletin**, v. 25, n. 2, p. 201-256, jul. 1934.

SALLES, L. A. B. **Grapholita (*Grapholita molesta*): Bioecologia e controle**. Pelotas: Embrapa-CNPFT, 1991. 13 p. (Documento, 42).

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. Peaches. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed). **Fruit breeding: tree and tropical fruits**. New York: John Wiley, 1996. v. 1. p. 325-340.

SCHRÖDER, D. A study of the interactions between the internal larval parasites of *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Olethreutidae). **Entomophaga**, v. 19, n. 2. p. 145-171, 1974.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 561-594, 2002.

SIVINSKI, J. et al. Conserving natural enemies with flowering plants: estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. **Biological Control**, v. 58, p. 208-214, 2011.

SUGAYAMA, R. L. **Comportamento, demografia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* Wied. (Diptera: Tephritidae) associada a três cultivares de maçã no sul do Brasil**. 1995. 97 p. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

TSCHUDI-REIN, K. et al. First record of *Hyssopus pallidus* (Askew, 1964) for Switzerland (Hymenoptera: Eulophidae). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 111, p. 671-672, 2004.

VIANA, B. F. et al. **Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva: Conservação e manejo de polinizadores para a agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica**. Rio de Janeiro: Funbio. 2015. 56 p.

WÄCKERS, F. L.; VAN RIJN, P. C. J. Pick and mix: selecting flowering plants to meet the requirements of target biological control insects. In: GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; SNYDER, W.; READ, D. M. Y. **Biodiversity and Insect Pests: Key Issues for Sustainable Management**. Oxford: Wiley Blackwell, 2012. cap. 9, p. 139-165.

WÄCKERS, F. L. et al. Hymenopteran parasitoids synthesize 'honeydew-specific' oligosaccharides. **Functional Ecology**, v. 20, n. 5, p. 790-798, oct. 2006.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. **Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics**. Wallingford: CAB International, 1992. 601 p.

WU, Z. W.; YANG, X. Q.; ZHANG, Y. L. The toxicology and biochemical characterization of Cantharidin on *Cydia pomonella*. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 237-244, 2015.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly**. 2012. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/edita_infos.htm>. Acesso em: 20 nov. 2016.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2008. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/edita_infos.htm>. Acesso em: 12 fev. 2017.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 13-28.

CAPÍTULO 1

**Influence of orchard margin vegetation on the population dynamics of the Codling moth
Cydia pomonella (Lepidoptera: Tortricidae) and natural enemies**

ABSTRACT

The use of flower strips containing numerous flowering plant species at the edge of crops can help attract and maintain numerous pest natural enemies and indirectly enhance the control of pest populations. We designed a wildflower strip mixture comprising flowering species with different functional traits and life cycles. The effects of this wildflower strip mixture were compared with two different controls, spontaneous vegetation and species-poor grass strips on the abundance of codling moth and its natural enemies from the margin into apple orchard. The number of codling moth larvae did not significantly differ among the strip types, but was lower close to the margin strips, regardless the strip types. The number of parasitoid adults was significantly higher in the grass strip (GS) than in the wildflower strip (WS) and did not significantly differ among the distance to the margin strip. The number of *Ascogaster quadridentata*, e.g., was marginally higher in (GS) compared to spontaneous vegetation (SV) and lower close to the margin strips. There was marginally more Carabidae collected in the WS than in the SV and also at the shortest distance to the margin WS. The result highlights that complex biotic interactions such as increased hyperparasite attack of the major codling moth enemy may counteract positive wildflower strip effects.

Keywords: Conservation biological control. Flower strips. Apple orchards. Parasitoid. Carabidae.

1 INTRODUÇÃO

Apple is one of the most important fruits of the European Union in terms the harvested volume (HELMINGER et al., 2016). France is among the largest producers and exporters of apple in the world (FAO, 2016), however, the occurrence of several pests constitutes a threat to apple production. *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) is considered as the major worldwide insect pest on apple and pear (MILLS, 2005). It is particularly harmful because its larvae feed within the fruit (WITZGALL et al., 2008; BARNES, 1991).

Chemical treatment is still the main method of controlling this pest. In southeastern France, more than 70% of the insecticide treatments are specifically against *C. pomonella* in conventional apple orchards (FRANCK et al., 2005), which corresponds to 21% of annual insecticide consumption in this area (AUBERTOT et al., 2005). Several populations of *C. pomonella* have developed resistance to the most used insecticides, and negative consequences for environmental and human health are well known (REYES et al., 2009). Due to socio-economic pressure to reduce pesticide applications, an increasing number of studies analyzed the efficiency of natural enemies to control the codling moth (ATHANASSOV et al., 1997; DIACONU et al., 2000; DIB; LIBOUREL; WARLOP, 2012; ROINCÉ et al., 2012; MAALOULY et al., 2013; SIGSGAARD, 2014; MAALOULY; FRANCK; LAVIGNE, 2015).

One option could be the conservation biological control, that can be achieved through the use of plant species associated with agricultural crops. The use of flower strips containing numerous flowering plant species at the edge of crops can help to attract and maintain numerous natural enemies of pests and indirectly enhance the control of pest populations. Such flower strips provide alternative prey/ hosts and pollen and nectar resources, increasing the survival and the reproduction of a large number of natural enemies. Such strips may also constitute shelter for mating, oviposition or hibernation (BEGUM et al., 2006; GRIFFITHS et al., 2008). The impact of flower strips on population dynamics is well documented for many species (WYSS; PFIFFNER, 2008; PFIFFNER et al., 2009; HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011; GÉNEAU et al., 2012). However, the efficacy and economic benefits of sowing flower strips to control the codling moth in apple orchards has not been studied so far (DIB; LIBOUREL; WARLOP, 2012; SIGSGAARD, 2014).

Thus, in order to carry out this research, we designed a wildflower strip mixture comprising flowering species with different functional traits and life cycles (early to late flowering, annual to perennial, and various floral morphologies) in order to optimize floral resource provisioning in terms of quality, quantity and duration. The effects of this wildflower

strip mixture were compared with two different controls, spontaneous vegetation and species-poor grass strips. Spontaneous vegetation may be as efficient as flower strips in attracting natural enemies, without producing costs for seed material and strip management (DENYS; TSCHARNTKE, 2002; BISCHOFF et al., 2016). Implementations of grass strips have also been tested as a cost efficient way to improve pest insect regulation (COLLINS et al., 2002; AL HASSAN et al., 2012). However, studies demonstrating a significant contribution of wildflower strips and distance to field margins to codling moth control are scarce. A better understanding of the spatial dynamics of natural enemies is needed to evaluate the efficiency of wildflower strips in regulating codling moth in orchards. In this study, we analyzed the influence of three margin strips (wildflower strips, grass strips, and spontaneous vegetation) on the abundance of codling moth and its natural enemies (parasitoids and carabid beetle) from the margin into apple orchard.

2 MATERIAL AND METHODS

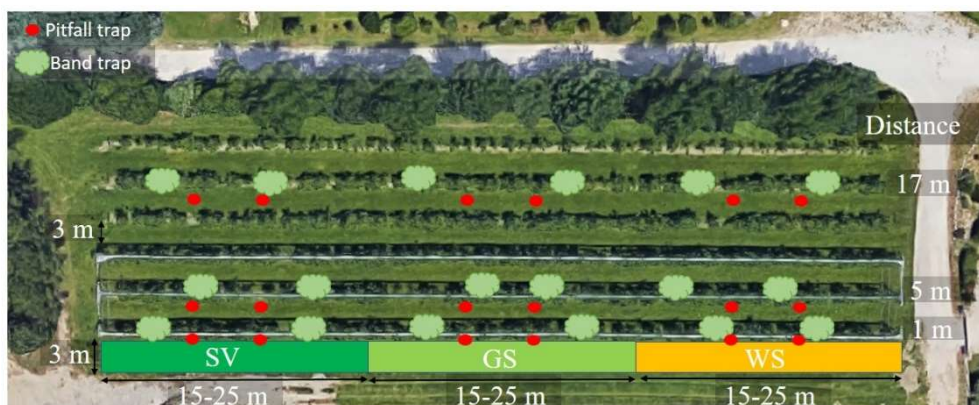
2.1 Study site

The experiment was set up in March 2014 in three non-treated orchards (apple varieties Gala, Granny Smith and Ariane) located at INRA Saint Paul, Montfavet, France (43 ° 56'55 "N, 4 ° 48 ' 30 "E). Two of these orchards (Gala and Granny) comprised five rows of 24 apple trees for each cultivar. The Ariane orchard comprised six rows of 56 apple trees.

In March 2014, a 3 meter-wide strip was manually sown either at the north (Gala and Ariane) or at the south (Granny) margin of each orchard (Appendix 1 and 2) constituting three strip types for each orchard, which were: (a) a wildflower strip mixture comprising 30 vascular plant species (WS) (Appendix 3) selected for the production of high and long lasting floral resources, (b) a grass strip mixture (GS) comprising *Lolium perenne* L. (28%) and *Festuca arundinacea* Schreb. (72%), common in France and recommended to limit pollution of water bodies by fertilizer and pesticide contaminations (c) an unsown strip allowing the natural development of spontaneous vegetation (SV). The position of the strip at the orchard edge was randomized within each orchard margins with each orchard being a replicate block.

Entomological observations were made within the apple orchards at labeled trees in three rows, corresponding to distances of 1; 5 and 17 m from the margin strips: two (Gala and Granny) or three (Ariane) trees per row and per margin strip (Figure 1).

Figure 1- Experimental design in the apple orchard. Source: Marlice Botelho Costa



2.2 Observation of the diversity of insects in orchards

In order to study the dynamics of *C. pomonella* populations and the abundance of its main parasitoids, band traps, consisting of 10 cm wide corrugated cardboard were placed around the trunk of apple trees to catch codling moth larvae. The band traps were installed 10-15 cm above the soil, according to the methodology proposed by Athanassov et al. (1997). The band traps were removed and replaced weekly from May to October (19 dates) for the evaluation of codling moth larva abundance and their parasitism.

The collected larvae and pupae of *C. pomonella* were monitored until adult emergence, in an outdoor insectarium. Each collected larva and pupa was individually stored in a vial (2 x 2 cm) with a piece of cardboard (1.5 x 1.5cm) serving as shelter. The emergence of adult of *C. pomonella* and parasitoid was daily monitored. Each emerging adult was individually kept in 90% ethanol. Adult parasitoids were identified at species level according to morphological diagnostic identification key criteria (ATHANASSOV et al., 1997).

In order to investigate the populations of carabid beetles in the apple orchards, pitfall traps were used. Pitfall traps were round plastic boxes (10 cm in diameter) that were buried into the soil with their top rim being at soil surface level. The traps were half-filled with a mixture of soap and water to reduce surface tension and make it slippery, thus the captured species fail to come out. Pitfall trap positions were similar to those of the band traps (Figure 1). Carabid beetles were captured during seven days (day and night) in May and in July 2014.

The trapped insects were sorted, identified and classified to subfamily level or to species level (when possible) according to identification key (ROGER; JAMBON; BOUGER, 2016; ZAGATTI, 2016).

2.3 Statistical analysis

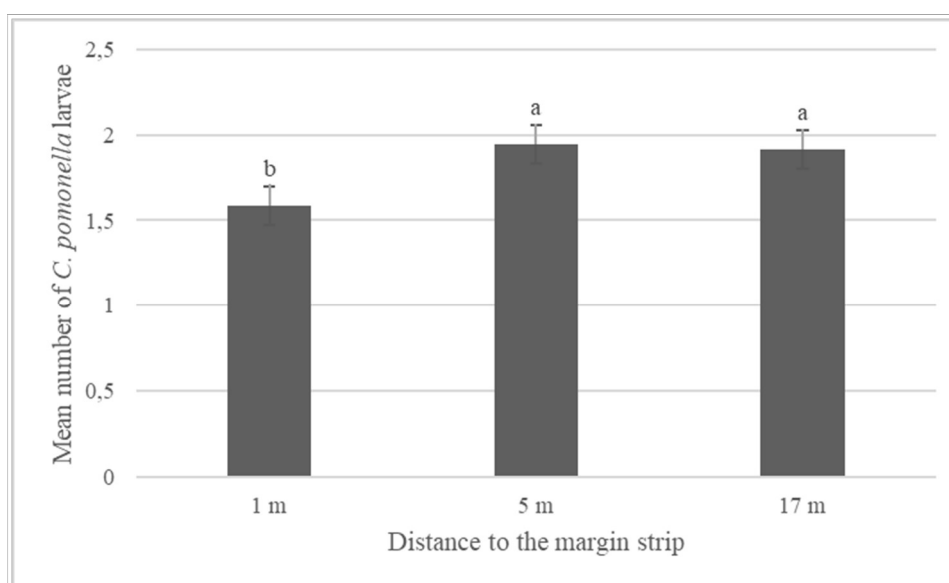
We used generalized linear mixed models (glmer function, *lme4* and *multcomp* package, R version 3.2.4) to test the effects of the strip types and of the distance to the orchard margin strip on the abundance of codling moth larvae, parasitoids and carabid beetles captured per trap each week. The models further comprised the strip types x distance interaction and orchard as a block factor. Strip types and distance were considered as fixed and orchard as random factor. For carabid abundance observation date was additionally fitted to the models. A Poisson error distribution with log link function was used in all GLM. In the case of over-dispersion, observation tree was included as an additional random factor (HARRISON, 2014).

3 RESULTS

3.1 Abundance of codling moth larvae

In total, 2536 codling moth larvae (including 1118 larvae in diapause) were collected in the three orchards. The number of codling moth larvae per trap did not significantly differ among the strip types ($P = 0.630$). However, the distance to the margin strip significantly affected the number of larvae per traps ($P = 0.014$). The number of larvae was lower close to the margin strips, i.e. at the shortest distances (1 m) compared to the other distance (5 m; 17 m), regardless of the strip strip (Figure 2).

Figure 2- Mean number (\pm SE) of *C. pomonella* larvae per band trap collected at three distances from the margin strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.05$.

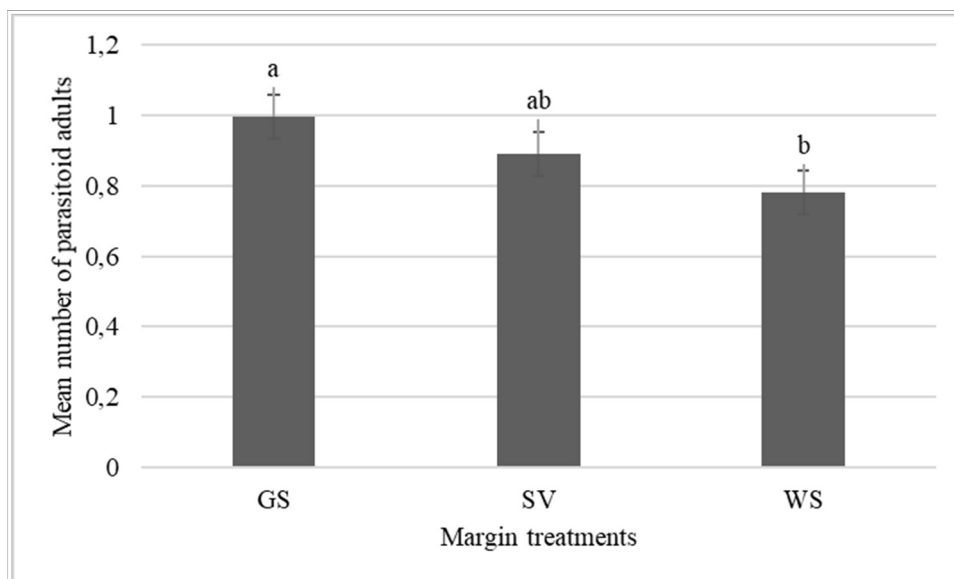


3.2 Codling moth parasitism

Among the surviving larvae, 67% emerged to a codling moth adult and 33% to a parasitoid. Three major parasitoid species were recorded: *Ascogaster quadridentata* Wesmael, 1835 (Braconidae), (54% of all wasp species recorded), *Pristomerus vulnerator* (Panzer, 1799) (Ichneumonidae) (14%) and a hyperparasitoid *Perilampus tristis* Mayr, 1905 (Perilampidae) (31%). Furthermore, three other species were observed: *Trichomma enecator* (Rossi, 1790) (Ichneumonidae), *Dibrachys cavus* (Walker, 1835) (Pteromalidae) and *Bassus rufipes* (Nees, 1812) (Braconidae), adding up to 1% of all recorded species.

We evaluated the effect of the strip types on the parasitism and found that the mean number of parasitoid adults per trap was significantly higher in the grass strip than in the wildflower strip ($P = 0.036$), but did not significantly differ between these strips and spontaneous vegetation strip (Figure 3). The mean number of *A. quadridentata* was marginally higher in GS compared to SV ($P = 0.07$) and did not significantly differ between SV and WS ($P > 0.10$) (Figure 4). There was a significant positive correlation between small codling moth larvae and the emergence of *A. quadridentata* parasitoids ($r=0.89$, $P=2.2 \times 10^{-16}$). The number of small codling moth larvae was also lower close to WS than close to GS ($P < 0.05$).

Figure 3- Mean number (\pm SE) of parasitoid adults per band trap in different orchard margin; WS: wildflower strip; SV: spontaneous vegetation strips; GS: grass strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.05$.



The number of parasitoid adults per trap did not significantly differ among the distance to the margin strip ($P=0.215$). However, the distance to the margin strip significantly affected the mean number of *A. quadridentata* per traps ($P = 0.022$). The mean number of *A. quadridentata* was lower close to the margin strips, regardless the strip types (Figure 5).

Figure 4- Mean number (\pm SE) of *A. quadridentata* adult that emerged per band trap in each orchard margin strip; WS: wildflower strip; SV: spontaneous vegetation strips; GS: grass strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.10$.

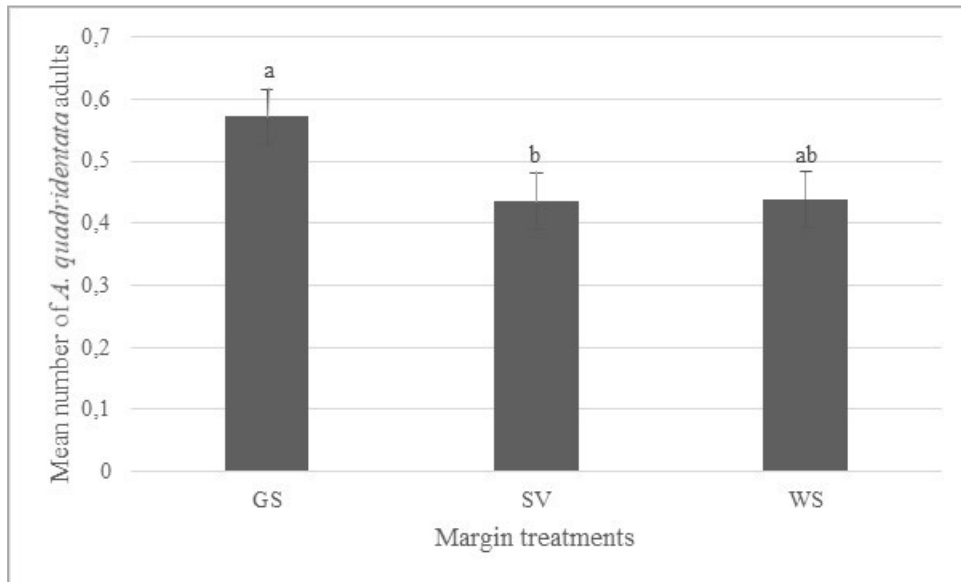
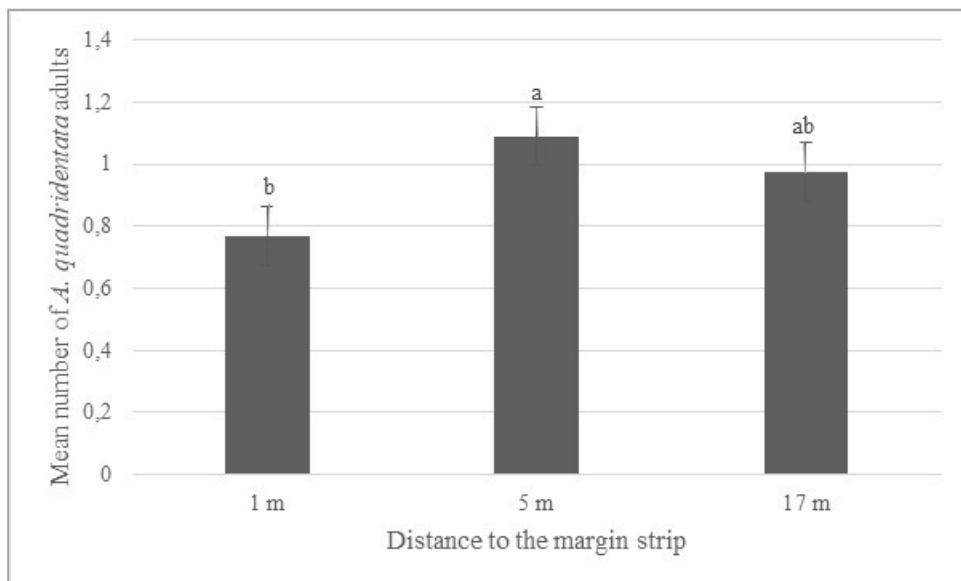


Figure 5- Mean number (\pm SE) of *A. quadridentata* per band trap collected at three distances from the margin strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.05$.



3.3 Abundance of Carabidae

Carabidae abundance differed significantly between dates ($|Z|=9.2$, $P= 2.0 \times 10^{-16}$) and strip types ($P = 1.7 \times 10^{-05}$; Figure 6). The significant effect was explained by a higher Carabidae abundance in June (4 fold on average) compared with May. There was marginally more Carabidae collected per pitfall trap in the WS than in the SV ($P = 0.08$).

The distance to the margin WS significantly affected the number of carabid beetle per traps ($P = 0.012$). The number of carabid beetle was higher close to the margin WS (Figure 7). For the other strip types, there was no significant difference for the distance to the margin strip ($P > 0.05$).

Among the abundant subfamilies, Cicindelinae was the most frequent whatever the strip types. 55% of all collected carabids were Cicindelinae, and 21% Harpalinae (Table 1). A greater number of individuals of each carabid subfamily were usually captured in the wild flower strips.

Figure 6- Mean number (\pm SE) of Carabidae/pitfall in each orchard margin strip in May and June 2014; WS: wildflower strip; SV: spontaneous vegetation strips; GS: grass strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.10$.

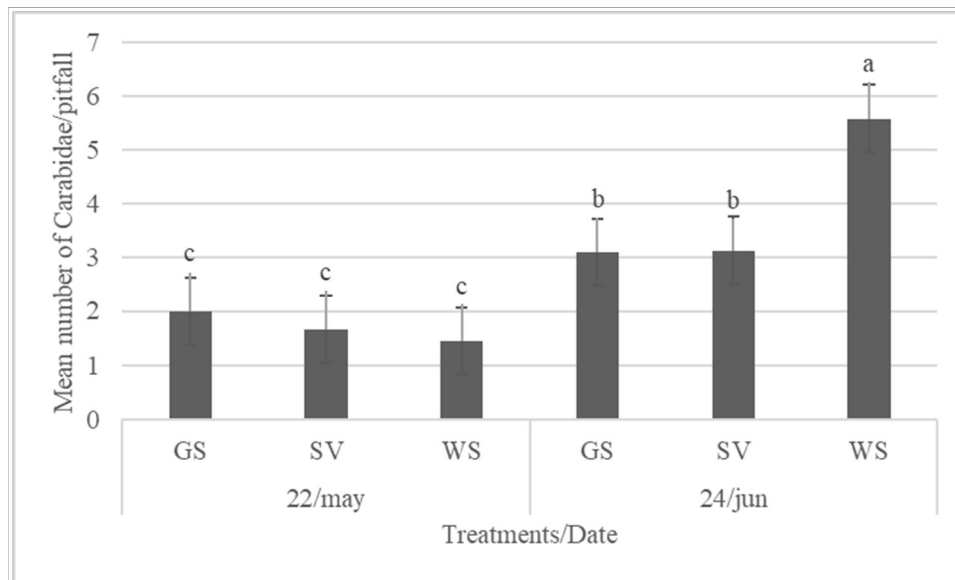


Figure 7: Mean number (\pm SE) of Carabidae per pitfall collected in each orchard margin strip; WS: wildflower strip; SV: spontaneous vegetation strips; GS: grass strip, at three distances from the margin strip. Different lowercase letters above columns indicate significant differences by the Tukey contrasts at $P < 0.05$.

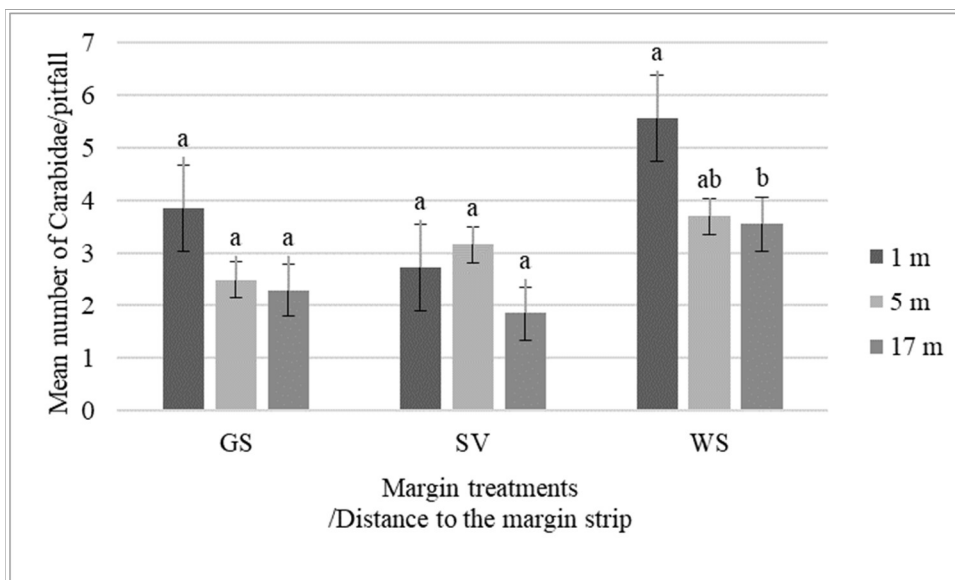


Table 1- Individual number of Carabidae (Coleoptera) species captured in pitfall traps and proportion (%) of total carabid number.

Subfamilies	Species	Abundance/ strip types			Total	Proportion (%)
		GS	WS	SV		
Brachinae	<i>Brachinus sclopeta</i>	2	1	0	5	2.0
	<i>Brachinus crepitans</i>	0	2	0		
Cicindelinae	<i>Cylindera germanica</i>	40	71	26	137	54.8
Dryptinae	<i>Zuphium olens</i>	2	0	0	2	0.8
Harpalinae	Specie not identified	16	19	18	53	21.2
Lebiinae	<i>Microlestes</i> sp.	2	0	1	4	1.6
	<i>Syntomus obscuroguttatus</i>	0	0	1		
Nebriinae	<i>Nebria brevicollis</i>	0	1	0	1	0.4
Platyninae	<i>Anchomerus dorsalis</i>	3	8	6	22	8.8
	Specie not identified	3	2	0		
Pterostichinae	<i>Amara</i> sp.	5	10	5	22	8.8
	<i>Pterostichus melanarius</i>	1	1	0		
Scaritinae	<i>Clivina</i> sp.	0	0	1	1	0.4
Trechinae	<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	0	0	1	8	3.2
	<i>Metallina lampros</i>	0	1	0		
	<i>Metallina properans</i>	1	3	1		
	Specie not identified	0	0	1		
Total		75	119	61	250	100
Richness		10	11	10	13	

4 DISCUSSION

We evaluated the influence of strips and distance to margin on the abundance of codling moth larvae, parasitoids and carabid beetles in apple orchards in southeastern France. Among the hymenopteran parasitoids found, six species were recorded. The dominant species was the primary parasitoid *A. quadridentata*, followed by *P. vulnerator* and the hyperparasitoid *P. tristis*. Moreover, three other species were observed with a much lower number of individuals: *T. enecator*, *D. cavus* and *B. rufipes*. These parasitoid species parasitize codling moths all over Europe (ATHANASSOV et al., 1997; DIACONU et al., 2000). The species composition of the parasitoid community is very similar to that previously reported by Maalouly et al. (2013); Maalouly; Franck; Lavigne (2015) in codling moth larvae collected in apple orchards in southeastern France.

In general, the number of parasitoids was smaller near WS compared to GS. When parasitoid species were analyzed separately, we did not detect significant differences between the strip types for *P. vulnerator* and *P. tristis* species. We observed less *A. quadridentata* close to SV compared to GS. These results suggest that the strip effect is rather limited and affects mainly parasitism by *A. quadridentata*. Wildflower and spontaneous vegetation strips sown at field margins are potential habitats known to attract and conserve a large diversity of insects, as they provide food resources such as pollen and nectar (HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011; HATT et al., 2015), which frequently increase longevity and fecundity in female wasps, in particular for synovigenic species that produce and/or mature their eggs after emergence (THOMPSON, 1999). However, *A. quadridentata* female is ready for oviposition soon after emergence (proovigenic) and therefore not requiring extra sugar or protein resources for the maturation of its eggs (JERVIS et al., 2001; MAALOULY et al., 2013). The higher occurrence of *A. quadridentata* near GS may also be a strategy to avoid hyperparasitism by *P. tristis* in choosing different oviposition sites. Recent studies showed that the proportion of the primary parasitoid *A. quadridentata* was higher in comparison with other parasitoid species in the presence of windbreaks and/or spontaneous hedgerows around the orchard (MAALOULY et al., 2013). The hyperparasitoid *P. tristis* was preferentially observed in orchards without windbreaks or spontaneous hedgerows (MAALOULY et al., 2013). The higher proportion of primary parasitoids close to the grass strips corresponds to the observation that species rich semi-natural habitats decrease the interaction strength between parasitoids and hyperparasitoids and reduce intra-guild predation (THOMPSON; HOFFMANN, 2013).

Our results suggest a strong heterogeneity in the number of codling moth larvae in orchards. Codling moth larvae did not respond to the strip types but we found that the apple trees closest to the strips, regardless of the strip types, presented a smaller number of codling moth larvae. The result still suggest an influence of strip vegetation on biological control of codling moth since all three strips showed a higher plant diversity and related resources than the the orchard.

It is assumed that lower number of larvae close to flower strips can be attributed to higher activity of natural enemies increasing pest mortality. These results are in agreement with those reported by Sigsgaard (2014) who observed a trend for lower infestation by the codling moth in trees near flower strips. She also verified that predation of sentinel eggs was significantly higher near the flower strip. Similarly, Wyss (1995) found a higher number of aphidophagous predators and less aphids on the apple trees within a strip-sown area. Enhancing plant diversity in crop or its margin enhance the attraction of various natural enemies which often visit flowers to feed on pollen and/or nectar, besides providing a favorable microclimate, alternative hosts or prey (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; REBEK; SADOFF; HANKS, 2005).

The higher Carabidae abundance in June corresponds to the population peak of codling moth larvae of the first generation collected on the band traps (data not shown). No codling moth larva was collected prior to June. A similar pattern of activity was found by Roince et al. (2012) who observed highest predation by carabid beetles during the presence of mature larvae searching for cocooning sites on the tree trunks and the ground. The carabid assemblage in the present study included species that were usually described as granivorous (e.g. *Amara* spp.), omnivorous (e.g. subfamily Harpalinae) and carnivorous (e.g. *Brachinus* sp.; *C. germanica*; *Microlestes* sp.; *N. brevicollis*) (GARCIN; DEMARLE; SOLDATI, 2004; ROINCÉ et al., 2012). There were more carabids in the WS than in the other strip types in June. However, more than half of all carabids collected belonged to species *C. germanica*. This species is described as carnivorous and, therefore, should not be directly related to the flowering plants but rather to a greater abundance of prey (GARCIN; DEMARLE; SOLDATI, 2004). It is indeed possible that the abundance of alternative prey was higher in the WS because the higher resource availability attracts a higher number and diversity of insects compared with grass strips and spontaneous vegetation (HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011).

5 CONCLUSION

There were less codling moth larvae close to the margin strip but no effect of the strip types. The effect of the strip types was marginally significant on both carabids and parasitoids and these effects were most likely indirect via an increase of prey and an avoidance of hyperparasitism, respectively. According to the hypothesis that wildflower strips provide a higher amount of resources to natural enemies, we found a higher number of carabid beetles close to these strips in apple orchards. Since carnivorous carabids do not feed on nectar and pollen, this effect can most likely be explained by a higher abundance of alternative prey. However, we also found a lower codling moth parasitism compared with grass strips. The result highlights that complex biotic interactions such as increased hyperparasite attack of the major codling moth enemy may counteract positive wildflower strip effects.

6 REFERENCES

- AL HASSAN, D. et al. Does the presence of grassy strips and landscape grain affect the spatial distribution of aphids and their carabid predators? **Agricultural and forest entomology**, v. 15, n. 1, p. 24-33, 2012.
- ATHANASSOV, A. et al. Les parasitoïdes des larves et des chrysalides du carpocapse *Cydia pomonella* L. **Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture**, v. 29, n. 2, p. 99-106, 1997.
- AUBERTOT, J. N. et al. **Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux**. Rapport d'expertise scientifique collective. INRA et Cemagref: Paris, 2005. Available in: <<http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/234149-2a5b8-resource-expertise-pesticides-avant-propos.html>>. Access in: jun. 2016.
- BARNES, M. M. Tortricids in pome and stone fruits, codling moth occurrence, host race formation, and damage. In: VAN DER GEEST, L. P. S.; EVENHUIS, H. H. **Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 1991. v. 5, cap. 5, p. 313-327.
- BEGUM, M. et al. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 3, p. 547-554, jun. 2006.
- BISCHOFF, A. et al. Effects of spontaneous field margin vegetation and surrounding landscape on *Brassica oleracea* crop herbivory. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 223, p. 135-143, 2016.
- COLLINS, K. L. et al. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 93, p. 337-350, 2002.
- DENYS, C.; TSCHARNTKE, T. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. **Oecologia**, v. 130, n. 2, p. 315-324, 2002.
- DIACONU, A. et al. The complex of parasitoids of the feeding larvae of *Cydia pomonella* L.; (Lep.: Tortricidae). **Mitteilungen Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**, v. 73, n. 1/2, p. 13-22, 2000.
- DIB, H.; LIBOUREL, G.; WARLOP, F. Entomological and functional role of floral strips in an organic apple orchard: Hymenopteran parasitoids as a case study. **Journal of Insect Conservation**, v. 16, p. 315-318, 2012.
- FAO. Banco de dados estatísticos. Available in: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Access in: 12 dez. 2016.
- FRANCK, P. et al. Isolation and characterization of microsatellite loci in the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 5, n. 1, p. 99-102, mar. 2005.

GARCIN, A.; DEMARLE, O.; SOLDATI, F. Les carabes, indicateurs de biodiversité et auxiliaires généralistes. **Infos-Ctifl**, v. 119, p. 42-47, 2004.

GÉNEAU, C. E. et al. Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. **Basic and Applied Ecology**, v. 13, n. 1, p. 85-93, feb. 2012.

GRIFFITHS, J. G. K. et al. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. **Biological Control**, v. 45, p. 200-209, 2008.

HAALAND, C.; NAISBIT, R. E.; BERSIER, L. F. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, n.1, p. 60-80, 2011.

HARRISON, X. A. Using Observation-level random effects to model overdispersion in count data in ecology and evolution. **PeerJ** 2: e616, 2014.

HATT, S. et al. Do wildflower strips favor insect pest populations at field margins? **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 6, p. 30-37, 2015.

HELMINGER, W. et al. **Agriculture, forestry and fishery statistics statistical**. Belgium: EUROSTAT. 2016. Available in: <<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7777899/KS-FK-16-001-EN-N.pdf/cae3c56f-53e2-404a-9e9e-fb5f57ab49e3>>. Access in: 20 jan. 2017.

JERVIS, M. et al. Life-history strategies in parasitoid wasps a comparative analysis of 'ovigeny'. **Journal of Animal Ecology**, v. 70, p. 442-458, 2001.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, n. 1, p. 175-201, jan. 2000.

MAALOULY, M.; FRANCK, P.; LAVIGNE, C. Temporal dynamics of parasitoid assemblages parasitizing the codling moth. **Biological Control**, v. 82, p. 31-39, 2015.

MAALOULY, M. et al. Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 169, p. 33-42, 2013.

MILLS, N. Selecting effective parasitoids for biological control introductions: codling moth as a case study. **Biological control**, v. 34, p. 274-282, 2005.

PFIFFNER, L. et al. Impact of wildflower strips on biological control of cabbage lepidopterans. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 129, p. 310-314, 2009.

REBEK, E. J.; SADOFF, C. S.; HANKS, L. M. Manipulating the abundance of natural enemies in ornamental landscapes with floral resource plants. **Biological Control**, v. 33, p. 203-216, 2005.

REYES, M. et al. Worldwide variability of insecticide resistance mechanisms in the codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 99, n. 4, p. 359-369, 2009.

- ROGER, J. L.; JAMBON, O.; BOUGER, G. Clé de détermination des carabides paysages agricoles du Nord Ouest de la France. 2014. Available in: <https://osur.univ-rennes1.fr/za-armorique/e107_files/public/cl_carabidae_nord_ouest_v4.pdf>. Access in: 12 dez. 2016.
- ROINCÉ, C. B. et al. 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**, v. 14, p. 260-269, 2012.
- SIGSGAARD, L. Conservation biological control of codling moth, *Cydia pomonella*. **IOBC-WPRS Bulletin**, v. 100, p. 123-126, 2014.
- THOMPSON, S. N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 561-592, 1999.
- THOMSON, L. J.; HOFFMANN, A. A. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. **Biological Control**, v. 64, p. 57-65, 2013.
- WITZGALL, P. et al. Codling moth management and chemical ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 503-522, 2008.
- WYSS, E.; PFIFFNER, L.; Biodiversity in organic horticulture - an indicator for sustainability and a tool for pest management. **Acta Horticulturae**, v. 767, p. 75-80, 2008. Available in: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.767.6>>. Access in: 05 jan. 2017.
- WYSS, E. The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 75, n. 1, p. 43-49, apr. 1995.
- ZAGATTI, P. Coleopetra Carabidae Clé des tribus pour la faune de France. Available in: <http://www.insectes.org/opie/pdf/707_pagesdynadocs498c10c82acef.pdf>. Access in: 12 dez. 2016.

CAPÍTULO 2

**Flutuação populacional de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae),
moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em macieira e pessegueiro em Maria da Fé-
MG.**

**Population fluctuation de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae),
fruit flies (Diptera: Tephritidae) in apple and peach trees in Maria da Fé-MG.**

RESUMO

Informações sobre monitoramento de insetos-praga enquadram-se entre os estudos fundamentais e importantes para elaboração de estratégias no manejo de pragas. *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) e as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre os principais insetos-praga que causam danos econômicos a macieiras e pessegueiros. Não existem pesquisas sobre a flutuação populacional desses insetos-praga cultivados em Maria da Fé na Serra da Mantiqueira em Minas Gerais. Dessa forma, objetivou-se avaliar a flutuação populacional de adultos de *G. molesta* e moscas-das-frutas da família Tephritidae em pomares de pessegueiro e macieira. A flutuação populacional de adultos *G. molesta* foi obtida por meio de armadilhas Delta contendo feromônio sexual Biografolita[®]. Para os adultos de moscas-das-frutas, utilizaram-se armadilhas tipo Pet contendo como atrativo alimentar proteína hidrolisada. O monitoramento dos imaturos desses insetos foi feito a partir da coleta de frutos e cintas-armadilha. Os resultados da flutuação populacional desses insetos foram correlacionados com as variáveis climáticas. As maiores populações de *G. molesta* ocorreram em julho, agosto de 2016 e maio e junho de 2017 em pessegueiro e em julho, agosto de 2016 e maio e junho de 2017 em macieiras. Das moscas-das-frutas coletadas 86% foram *Anastrepha* spp. e 14% *Ceratitis capitata*. Imaturos de *G. molesta* e moscas-das-frutas não utilizaram os frutos de maçã como hospedeiro. Em frutos de pêsego houve um aumento no número de larvas de moscas-das-frutas capturadas a partir de outubro, com pico populacional em novembro. Dentre as lagartas de *G. molesta* e larvas de moscas-das-frutas coletadas, não houve correlação entre essas populações e os dados climáticos. Em conclusão a ocorrência de adultos de *G. molesta* foi observada durante o outono e inverno, e a de adultos de moscas-das-frutas na primavera e verão em pessegueiro e macieira.

Palavras-chave: *Malus domestica*. *Prunus persica*. Monitoramento. Mariposa-oriental. *Anastrepha*. *Ceratitis*.

ABSTRACT

Information on pest insect monitoring is one of the fundamental and important studies for the development of pest management strategies. *Grapholita molesta* (Busck, 1916) and fruit flies (Diptera: Tephritidae) are among the major insect pests that cause economic damage to apple and peach trees. There is no research on the population fluctuation of these pest insects in these crops in Maria da Fé in the Mantiqueira mountains range in Minas Gerais. This study aimed to evaluate the population fluctuation of adults of *G. molesta* and fruit fly of the Tephritidae family in peach and apple orchards. The population fluctuation of *G. molesta* adults was obtained by means of Delta traps containing Biografolita® sex pheromone. For fruit fly adults, Pet traps were used containing alimentary hydrolyzed protein. The monitoring of the immatures of these insects was made from the collection of fruits and trap-bands. The results of the population fluctuation of these insects were correlated with climatic variables. The largest populations of *G. molesta* occurred in July, August of 2016 and May and June of 2017 in peach trees and in July, August of 2016 and May and June of 2017 in apple trees. Of the fruit flies collected, 86% were *Anastrepha* spp. and 14% *Ceratitis capitata*. Imaturos de *G. molesta* and fruit flies did not use the apple fruit as a host. In peach fruits there was an increase in the number of larvae of fruit flies captured from October, with population peak in November. Among the larvae of *G. molesta* and of fruit flies collected there was no correlation between these populations and climatic data.

Keywords: *Malus domestica*. *Prunus persica*. Monitoring. Oriental fruit moth. *Anastrepha*. *Ceratitis*.

1 INTRODUÇÃO

A mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) é considerada praga à produção de pêssego *Prunus persica* (L.) Batsch e de maçã *Malus domestica* Borkhausen (KOVALESKI; SANTOS, 2008; NACHTIGALL, 2004; BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003). As injúrias provocadas por esse inseto são ocasionadas pela alimentação das lagartas que, ao eclodirem, perfuram os ramos novos e danificam a polpa dos frutos, pela construção de galerias em direção ao caroço (SALLES, 2001). Em pessegueiro, os maiores danos são observados em pomares com plantas novas e em cultivares de ciclo tardio (BOTTON; ARIOLI; SCOZ, 2003). Na macieira, os danos são observados em cultivares tardias, principalmente na cultivar Fuji (MYERS; HULL; KRAWCZYK, 2006).

Juntamente com *G. molesta* as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre os principais insetos-praga que causam danos ao pêssego e a maçã (NAVA; BOTTON, 2010). Com relação às injúrias provocadas por esses insetos, tanto em maçã quanto no pêssego, as larvas abrem galerias durante a alimentação nos frutos desenvolvidos, provocando alteração no sabor, amadurecimento precoce e apodrecimento causado por infecção secundária de patógenos. Ao se considerar esse fator, há comprometimento da produção e da comercialização (GREGÓRIO et al., 2012).

Informações sobre monitoramento desses insetos-praga enquadram-se entre os estudos fundamentais e são importantes para elaboração de estratégias no manejo de pragas, visando reduzir o uso de produtos fitossanitários, minimizando os riscos ao ambiente e a saúde humana. Para Silveira Neto; Nakano; Villa Nova (1976) o monitoramento populacional de insetos-praga deve ser realizado em diferentes regiões produtoras, devido à influência dos fatores ambientais. Estudos visando conhecer a flutuação populacional dos adultos de *G. molesta* em pomares de pêssego e macieiras foram conduzidos principalmente em Estados da região Sul do Brasil (BOTTON; ARIOLI; COLLETTA, 2001; AFONSO et al., 2002; ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005; POLTRONIERI et al., 2008). Nessa região o pico populacional de *G. molesta* é observado entre dezembro a fevereiro, devido ao período de elevadas temperaturas e maior disponibilidade alimentar. O nível de controle normalmente é atingido próximo ou depois da colheita, devido às práticas culturais de rotina, por exemplo, a adubação do pessegueiro provoca a emissão de novas brotações, as quais podem ser infestadas pelo inseto (AFONSO et al., 2002).

A flutuação populacional desse inseto pode sofrer alterações de um ano para o outro (BOTTON; ARIOLI; COLLETTA, 2001; ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005; NUNES et al., 2003). Para os meses de baixas temperaturas, em regiões mais frias observa-se ocorrência

de diapausa e para outros locais, ocorrem captura dessa mariposa todos os meses, inclusive no inverno (POLTRONIERI; MONTEIRO; SCHUBER, 2008; MONTEIRO; SOUZA; BELLI, 2011).

Para as moscas-das-frutas, a flutuação populacional apresenta variabilidade quanto à abundância e épocas de ocorrência de picos populacionais de um ano para outro, em função de vários fatores, por exemplo, climáticos, plantas hospedeiras em áreas adjacentes (RONCHITTELES; SILVA, 2005). Dentre outros fatores que interferem nessa variação, são mencionados como importantes àqueles relacionados à sucessão de hospedeiros primários ou alternativos, a complexidade do ambiente e os fatores abióticos (CANESIN; UCHÔA-FERNANDES, 2007; MONTES et al., 2011).

O estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor de pêssego do país e o cultivo de maçãs encontra-se em franca expansão (AGRIANUAL, 2016; OLIVEIRA et al., 2014). No entanto, para esse estado, mas especificamente na Serra da Mantiqueira, não existem trabalhos sobre a flutuação populacional desses insetos-praga nesses cultivos. Desta forma, objetivou-se avaliar a flutuação populacional de adultos de *G. molesta* e moscas-das-frutas da família Tephritidae em pomares de pessegueiro e macieira em uma área experimental da EPAMIG cultivada com essas duas frutíferas no município de Maria da Fé – MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na fazenda Experimental da EPAMIG, município de Maria da Fé - MG. A propriedade possui 109 ha, dos quais 30 ha são de preservação permanente com floresta Atlântica (EPAMIG, 2017). O município encontra-se localizado na Serra da Mantiqueira, Sul do estado a 22°18'46" S e 45°23'5" O e altitude média de 1.276m. O clima da região é classificado como subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (OLIVEIRA et al., 2014).

As áreas experimentais foram constituídas de pomares de macieiras e pessegueiros distantes aproximadamente 500 m. O pomar de macieira cultivar Eva está instalado em uma área de 1,0 ha. Esse cultivo é delimitado por um pomar de goiabeiras ao oeste, oliveiras ao norte e as regiões sul e leste por mata nativa (Floresta Atlântica) (Figura 1). O pomar de pêsego foi constituído por uma área de 0,5 ha. Composta por nove cultivares (Aurora, Biuti, Bolão, Conserva 845, Diamante, Dourado, Eldorado, Maciel e Ouro Mel), com predominância para cultivar Maciel (51%). Esse cultivo é delimitado por cultivo de videira ao norte, ameixeiras ao sul e oliveiras ao leste.

O manejo nessas duas fruteiras foi de acordo com o recomendado pela produção integrada de frutas, não sendo feita aplicação de inseticidas para o controle de pragas durante o período de coleta de insetos, exceto em pessegueiro, para o mês de julho de 2017, quando realizou-se a aplicação de Decis 25 CE® (deltametrina 25 g/L) para o controle de moscas-das-frutas.

Figura 1- Imagem aérea dos pomares de maçã e pêsego em Maria da Fé, MG. Fonte: Google Maps.



2.2 Levantamento populacional de adultos de *Grapholita molesta* em macieira e pessegueiro

No período de um ano, a flutuação populacional de machos adultos de *G. molesta* foi obtida por meio de três armadilhas Delta por fruteira, contendo um septo de feromônio sexual Biographolita[®], Biocontrole Ltda, São Paulo, SP. As armadilhas foram instaladas equidistantes nos pomares na parte externa da planta a 1,70 m de altura, em um ramo primário voltado para o poente. Os septos de feromônio foram trocados em intervalos de seis semanas (ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005). A inspeção das armadilhas foi feita a cada 15 dias, coletando-se as mariposas capturadas e substituindo o piso adesivo.

A flutuação populacional de adultos foi demonstrada graficamente plotando-se o número de machos/armadilha/quinzena em função do tempo (três armadilhas por fruteira), temperatura média quinzenal e precipitação acumulada na quinzena. Utilizando-se o “software”

R Studio (RSTUDIO TEAM, 2016), foram feitas correlações simples (teste de correlação de Pearson) entre o número médio de adultos de *G. molesta* capturados quinzenalmente *versus* a temperatura média quinzenal (°C) e a precipitação pluviométrica (mm) acumulada nos quinze dias anteriores à avaliação. Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica automática localizada na unidade experimental da EPAMIG.

2.3 Monitoramento de lagartas e pupas de *Grapholita molesta*

Durante o período de avaliação foram coletados frutos que apresentavam sintomas da presença de *G. molesta*, apresentando orifício com exsudado gomoso ou excrementos no ponto de penetração. Os frutos colhidos foram transportados ao laboratório, acondicionados individualmente por data de coleta em recipientes plásticos fechados com tecido tipo “voile” preso por elástico de látex. Para servir de substrato para pupação, foram colocadas no fundo do recipiente uma camada de algodão hidrófilo. Os frutos foram mantidos em laboratório, em condições de temperatura e umidade ambiente por 60 dias, sendo observados diariamente até a emergência dos adultos de *G. molesta*. Após a emergência, os insetos foram identificados, etiquetados e acondicionados em álcool 70%.

Com o objetivo de capturar as lagartas no último ínstar e pupas de *G. molesta*, empregaram-se cintas-armadilhas colocadas no tronco de plantas a aproximadamente 15 cm do solo e fixada com fita adesiva quando do cruzamento das extremidades. As armadilhas são de papelão corrugado, perfil de onda B de 2,3 a 2,6 mm, com 10 cm de largura, sendo o comprimento variável segundo o diâmetro do tronco da planta. Instalou-se 50 armadilhas em plantas de macieira e em 30 de pessegueiro sendo que a distribuição foi de forma homogênea em toda a área a ser amostrada e de acordo com metodologia proposta por Ricci et al. (2011). As armadilhas foram colocadas mensalmente no pomar entre os meses de maio a novembro, totalizando sete coletas. As lagartas e/ou pupas encontradas foram individualizadas por amostra e mantidas em um frasco plástico de 10 mL transparente, para o monitoramento da emergência da mariposa.

2.4 Monitoramento de larvas e adultos de moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro

Para se fazer as coletas de adultos de moscas-das-frutas utilizou-se três armadilhas tipo Pet por pomar, instaladas a 1,50 m de altura do solo no interior da copa da planta. Como atrativo alimentar foi utilizado por armadilha 500 mL de solução de proteína hidrolisada Bio

Anastrepha[®], diluída em água a 5% v/v (AGUIAR-MENEZES et al., 2006). As coletas quinzenais foram realizadas de maio de 2016 a maio de 2017 nos pomares de macieira e pêsego. Após a coleta, as armadilhas foram higienizadas com água pura e reabastecidas com a mesma solução atrativa. O material retirado das armadilhas foi colocado em sacos plástico e transportado ao laboratório para triagem. As moscas-das-frutas coletadas foram contadas, separadas por sexo, fixadas em álcool 70% e identificadas até gênero de acordo com Zucchi (2000).

Utilizando-se o “software” R Studio (RSTUDIO TEAM, 2016), foram feitas correlações simples (teste de correlação de Pearson) entre o número médio de adultos de Tephritidae capturados quinzenalmente versus a temperatura média quinzenal (°C) e a precipitação pluviométrica (mm) acumulada nos quinze dias anteriores à avaliação. Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica automática localizada na unidade experimental da EPAMIG.

Com o objetivo de se conhecer os gêneros de moscas-das-frutas associadas a pessegueiro, macieira e os seus parasitoides, procedeu-se a coleta de frutos maduros ou em amadurecimento, de outubro a dezembro de 2016 em pessegueiro e de novembro/2016 a janeiro de 2017 em macieira, ambos totalizando quatro coletas. Os frutos foram coletados de forma aleatória na altura média das plantas e também alíquotas de frutos recém-caídos no solo em condições de conservação e sem orifícios de saída das larvas. O tamanho das amostras foi variável, dependendo da disponibilidade de frutos no campo.

Os frutos colhidos foram transportados ao laboratório, acondicionados separadamente em bandejas plásticas com duas camadas de papel toalha no fundo e fechadas com tecido tipo “voile”, preso por elástico de látex. Os frutos foram mantidos em laboratório em condições de temperatura e umidade ambiente por 30 dias, sendo observados diariamente até a emergência dos adultos de moscas-das-frutas. As moscas-das-frutas emergidas dos frutos foram contadas, separadas por sexo, fixadas em álcool 70% e identificadas até gênero.

3 RESULTADOS

3.1 Monitoramento de adultos de *Grapholita molesta*

Foram capturados 138 adultos de *G. molesta* nas armadilhas Delta instaladas em pessegueiros e apenas vinte e quatro em macieiras. Durante todo o período de avaliação, constatou-se variação entre zero insetos coletados até um máximo de 35 insetos/coleta/pomar. Em pessegueiro os primeiros adultos dessa mariposa foram observados em maio/2016, sendo que dois picos populacionais com $\bar{x} = 5,0$ e $5,3$ insetos cada foram verificados no início de julho e de agosto, respectivamente (Figura 2).

De setembro/2016 até o início de março/2017, nenhuma mariposa foi coletada nesse pomar, exceto $\bar{x} = 0,7$ insetos coletados no final de outubro e $\bar{x} = 0,3$ insetos em novembro. No final de março/2017, adultos dessa mariposa voltaram a ocorrer em pessegueiro, com pico populacional $\bar{x} = 7,0$ insetos, no início de maio e $\bar{x} = 11,3$ no início de junho. Não foi observada nenhuma coleta desses insetos a partir da segunda quinzena de julho e agosto/2017 (Figura 2).

No pomar de maçãs a presença de machos adultos de *G. molesta* foi observada em julho/2016, com a captura de um único exemplar ($\bar{x} = 0,33$) e em agosto, com dois exemplares ($\bar{x} = 0,66$). A presença dessa mariposa não foi detectada em macieiras até o final de maio/2017, quando seis ($\bar{x} = 2,0$) mariposas foram coletadas nas armadilhas. Em junho/2017 foram coletados treze ($\bar{x} = 4,3$) adultos de *G. molesta* nessas armadilhas e após isso, nenhuma mariposa foi coletada até o final de agosto (Figura 3).

Por meio da análise de correlação dos fatores climáticos referentes aos 15 dias anteriores a cada contagem do número de adultos, não foi obtida correlação entre temperatura média ($p= 0,06$), precipitação acumulada nos 15 dias antes das avaliações e o número de indivíduos capturados nas armadilhas ($p=0,06$).

Figura 2- Flutuação populacional de adultos de *Grapholita molesta* capturados com armadilhas Delta em pessegueiro. Maria da Fé - MG. Maio de 2016 a agosto de 2017.

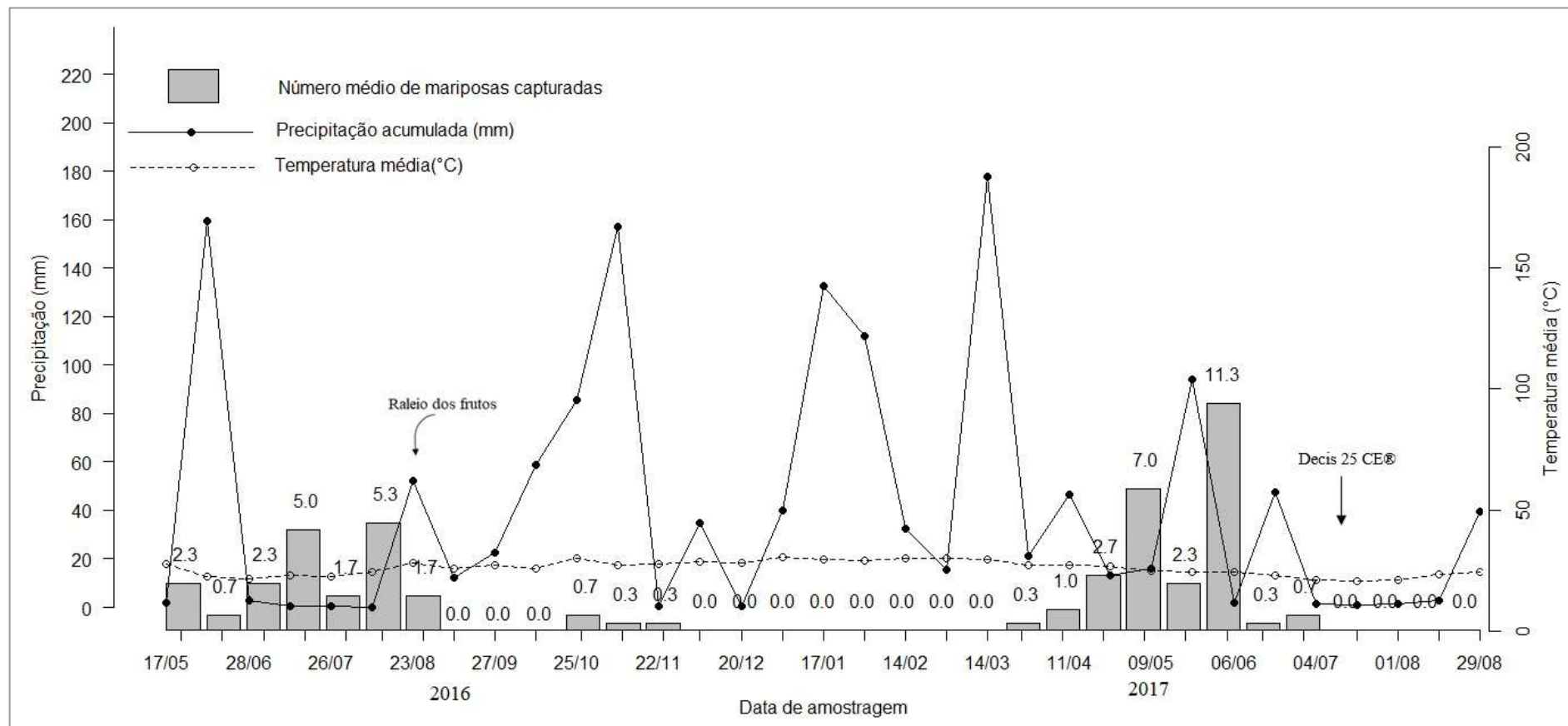
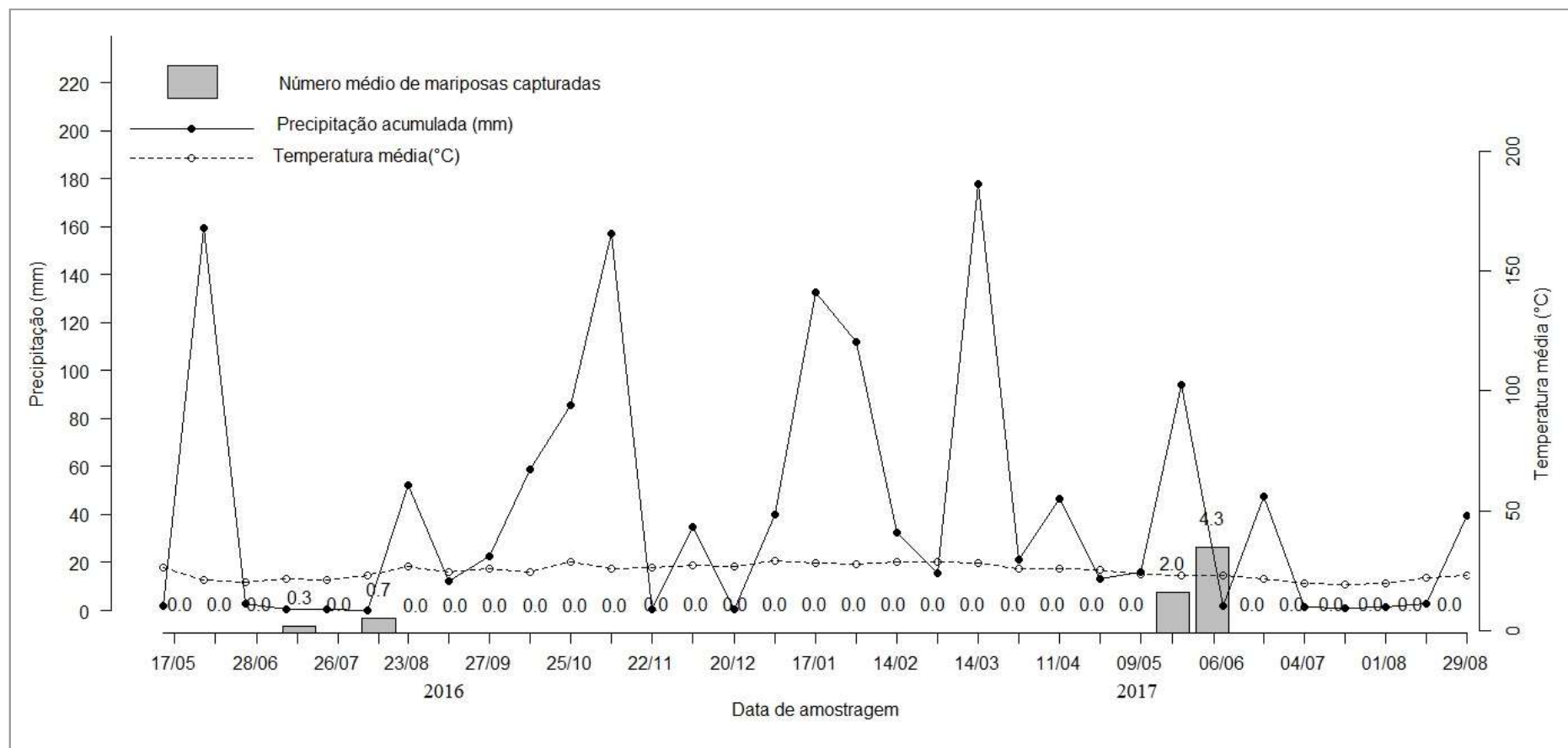


Figura 3- Flutuação populacional de adultos de *Grapholita molesta* capturados com armadilhas Delta em macieira. Maria da Fé - MG. Maio de 2016 a agosto de 2017.

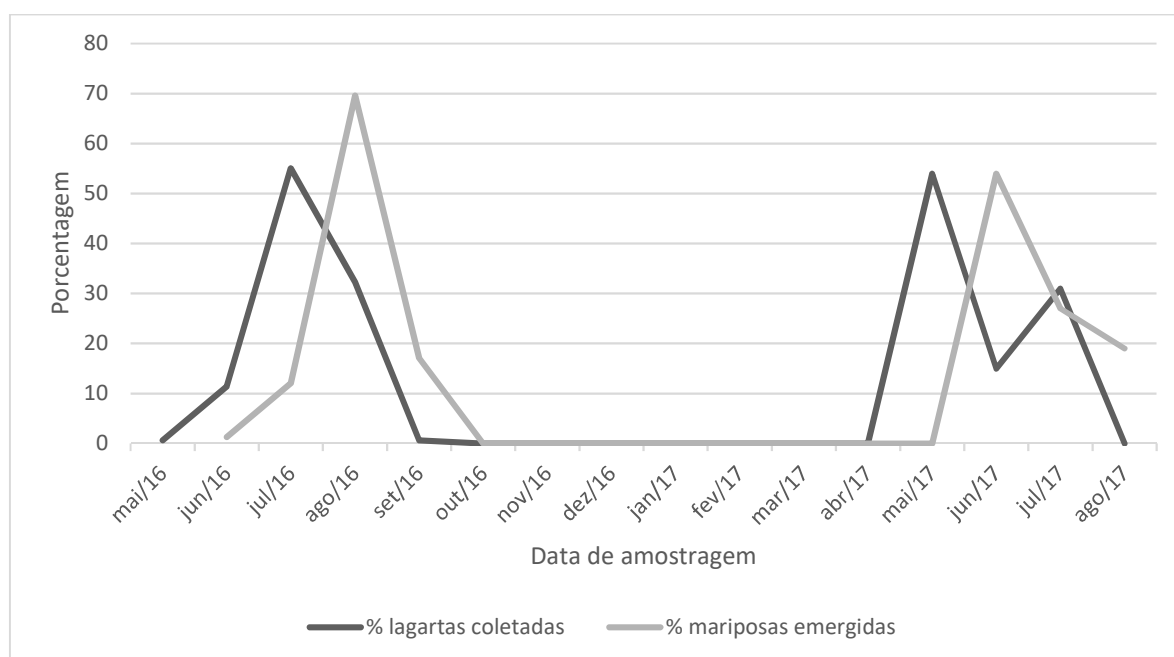


3.2 Monitoramento de lagartas de *Grapholita molesta* em frutos

Coletou-se de maio a dezembro/2016 um total 1310 frutos de pêssegos e de maio a agosto/2017, 351 frutos. Dos frutos coletados em 2016, emergiram 158 mariposas, sendo que 55% delas foram provenientes de frutos coletados em julho e 32% em agosto. A maior parte (70%) dos tortricídeos coletados nesse período emergiu no mês de agosto. Dos frutos coletados em 2017, emergiram 26 mariposas, 54% delas foram provenientes de frutos coletado em maio, 15% em junho e 31% em julho, sendo que, 54% desses insetos emergiu em junho, 27% em julho e 19% em agosto (Figura 4).

Em frutos da macieira não foram observados sintomas da presença de *G. molesta*, mesmo assim, coletou-se de maio a dezembro/2016 um total 240 frutos de maçã e desses não foi observada emergência de *G. molesta*.

Figura 4- Porcentagem de lagartas e adultos de *Grapholita molesta* em frutos de pêssego. Maria da Fé - MG. Maio de 2016 a agosto de 2017.

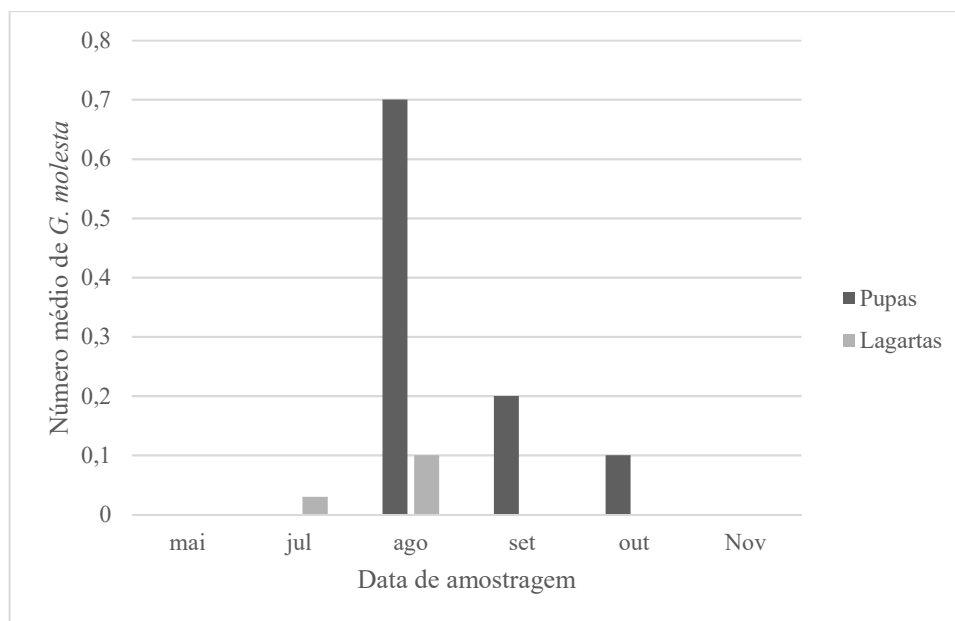


3.3 Monitoramento de lagartas de *Grapholita molesta* nos pomares utilizando cinta-armadilha

Foram coletadas nas cintas-armadilha em pessegueiro 28 pupas e quatro lagartas de *G. molesta* durante todo período de avaliação. Não foram observadas lagartas e/ou pupas de *G. molesta* nas cintas-armadilha em nenhuma das amostras em macieira, bem como no mês de

maio e novembro em pessegueiro. O maior número de pupas ($\bar{x} = 0,7$) e lagartas ($\bar{x} = 0,1$) foi observado em agosto (Figura 5).

Figura 5- Número de pupas e lagartas de *Grapholita molesta* capturadas por cinta-armadilhas em pessegueiro. Maria da Fé - MG, maio a novembro de 2016.



3.4 Monitoramento de larvas e adultos de moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro

Coletou-se das armadilhas tipo Pet e dos frutos um total de 411 tefritídeos. Desses coletados nas armadilhas, 330 espécimes pertencem ao grupo *Anastrepha* spp., sendo 88% deles em macieiras (27% machos e 73% fêmeas) e 12% em pessegueiro (41% machos e 59% fêmeas). Para *C. capitata*, foram coletados 17 espécimes, sendo 65% em macieira (27% machos e 73% fêmeas) e 35% em pessegueiro (todas fêmeas) (Tabela 1).

Em relação aos 860 frutos de pêssego coletados, foram obtidos 64 adultos, sendo, 36% *Anastrepha* spp. (35% machos e 65% fêmeas) e 64% *C. capitata*, (51% machos e 49% fêmeas).

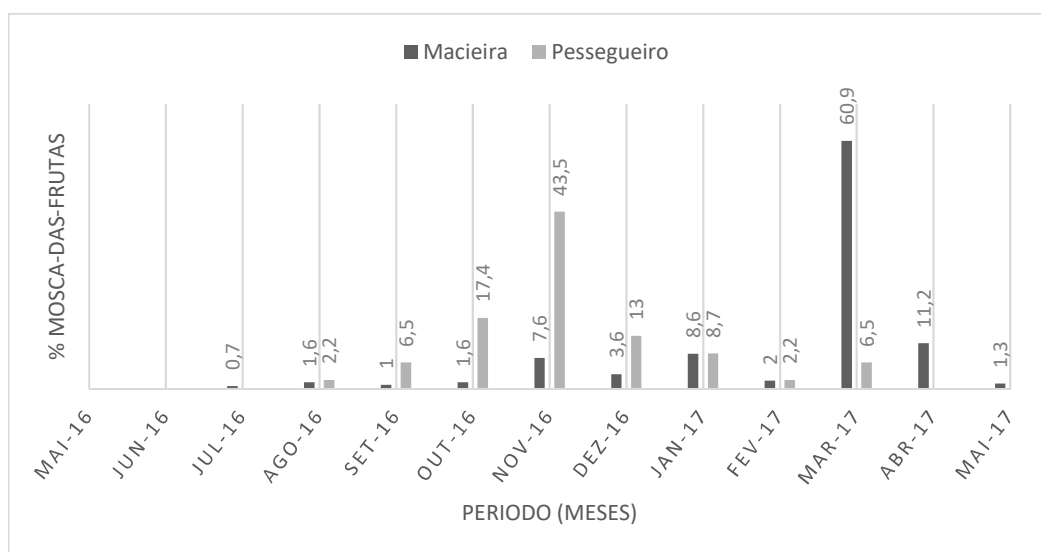
No período de maio a junho/2016 nenhuma moscas-das-frutas foi coletada em ambos os pomares. O primeiro espécime foi coletado no início de julho em macieiras e início de agosto em pessegueiro, em armadilhas Pet. Os níveis populacionais mantiveram-se mínimos durante o período de amadurecimento das maçãs (novembro a janeiro), não ultrapassando a média de 5,0 moscas/armadilha (Figura 6) e do pêssego (outubro a dezembro), máximo de 3,3 moscas/armadilha (Figura 7).

Tabela 1- Número de adultos de moscas-das-frutas (M = macho; F = fêmea) coletadas com armadilhas Pet em macieira, pessegueiro e em frutos de pêsego. Maria da Fé, MG. maio de 2016 a maio de 2017.

Gêneros	Armadilha Pet					Frutos de pêsego		Total Geral	
	Macieira		Pessegueiro		Total	Machos	Fêmeas		
	M	F	M	F					
<i>Anastrepha</i>	79	212	16	23	330	8	15	23	353
<i>Ceratitis</i>	3	8	0	6	17	21	20	41	58
Total	82	220	16	29	347	29	35	64	411

O maior número de capturas dessas moscas em armadilha Pet, foi observado durante o período de amadurecimento do pêsego (outubro a dezembro) e correspondeu 74% das moscas coletadas. Enquanto que em macieira, observou-se maior ocorrência em março, com 60,9% das moscas coletadas (Figura 8).

Figura 8- Porcentagem de adultos de moscas-das-frutas coletados em pomar de pêsego e maçã, maio de 2016 a maio de 2017, Maria da Fé/MG.



Em frutos de pessegueiro a maior parte dos espécimes de *Anastrepha* (87%), foi proveniente de frutos coletados em novembro e para *C. capitata* a maior ocorrência (85%) foi observada no mês de outubro (Figura 9). Em macieira foram coletados 120 frutos e não foram observadas emergências de moscas-das-frutas.

Figura 6- Número médio de moscas-das-frutas /armadilha/data coletadas em macieira. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio de 2017.

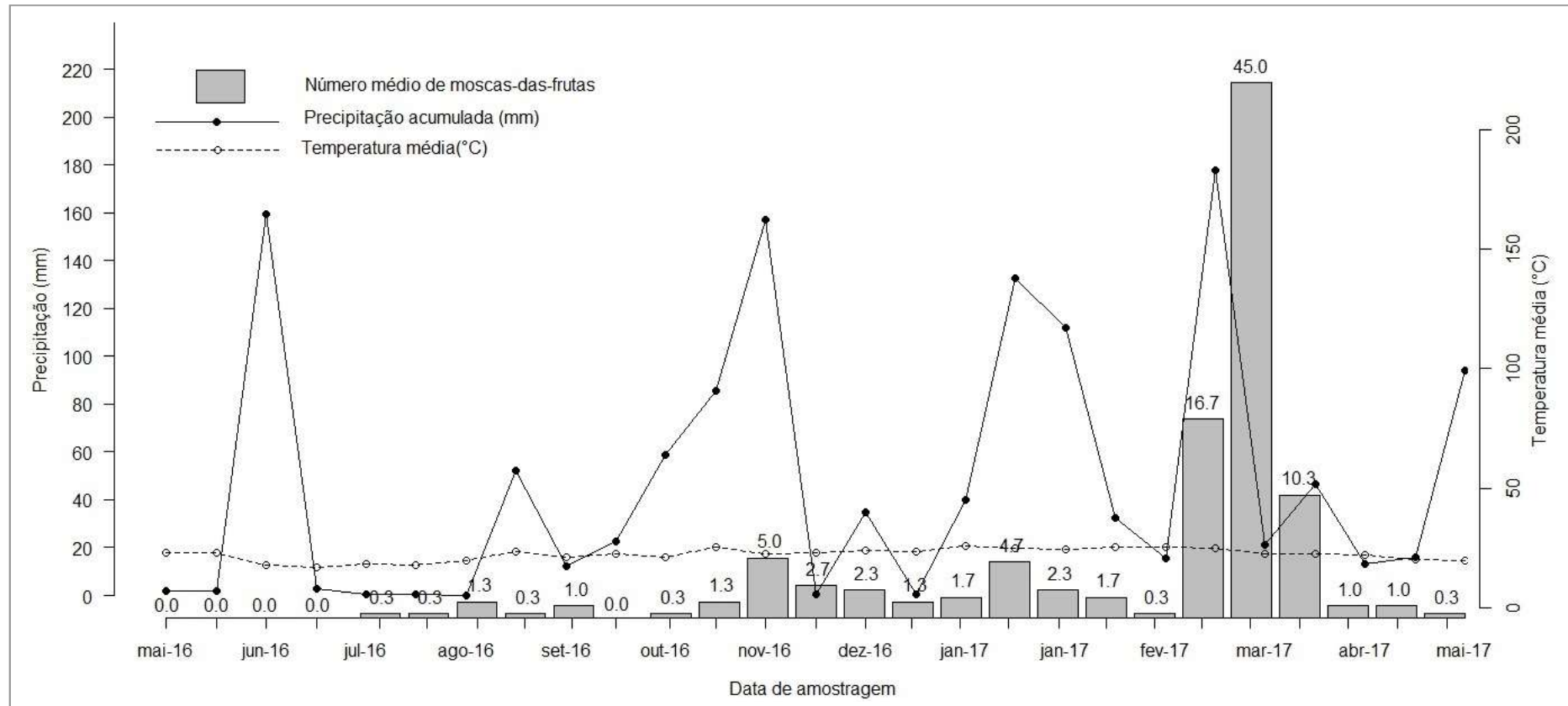


Figura 7- Número médio de moscas-das-frutas /armadilha/data coletadas em pessegueiro. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio de 2017.

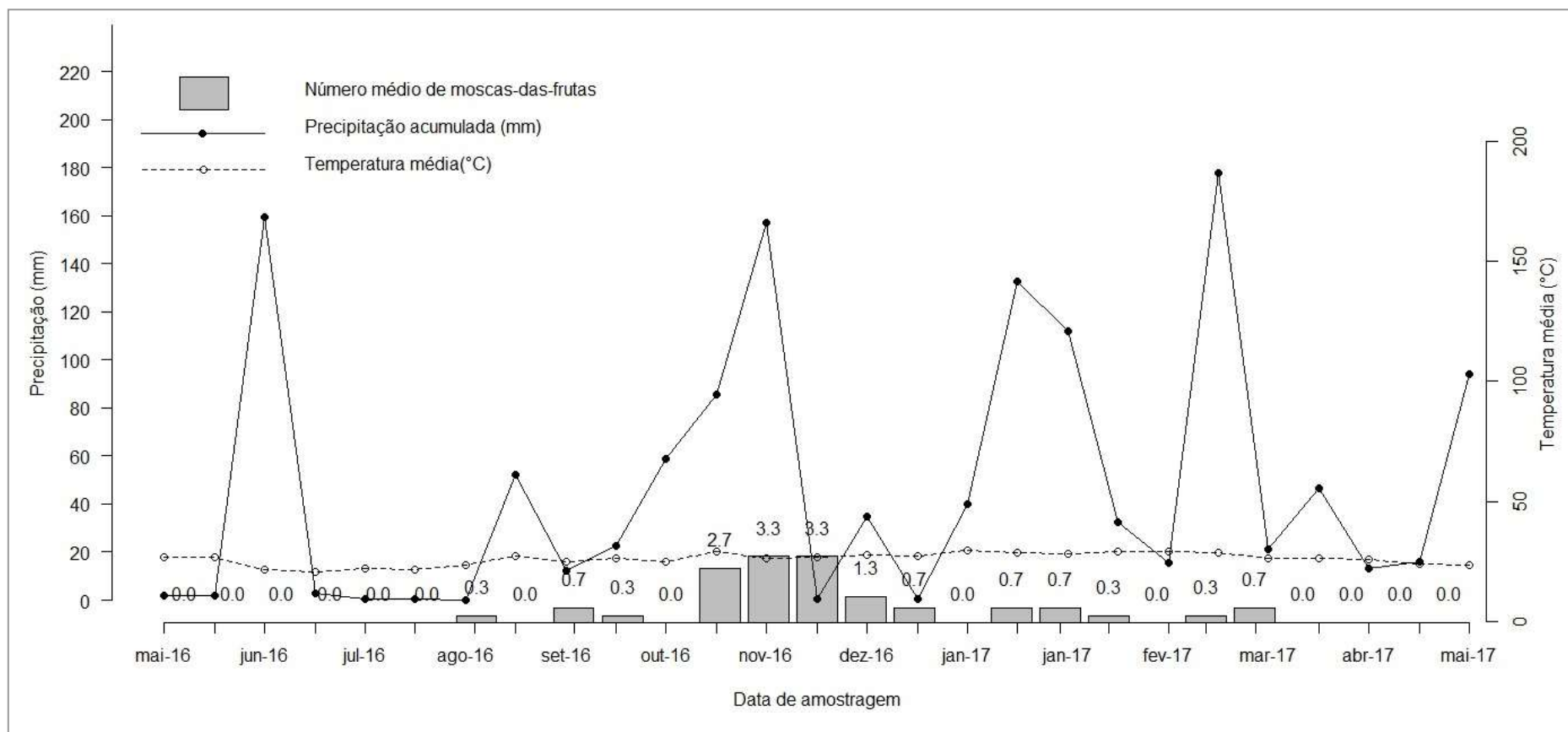
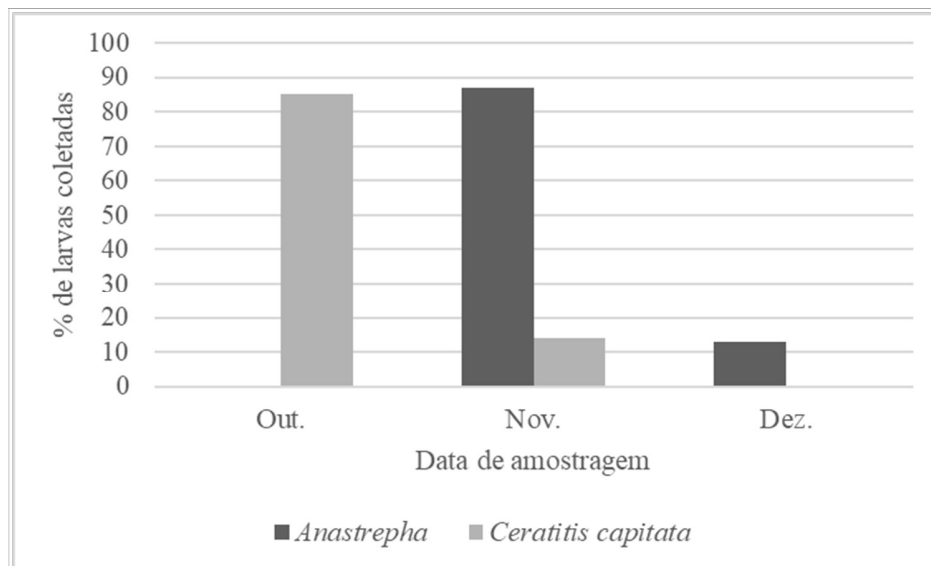


Figura 9- Porcentagem de moscas-das-frutas coletadas em pêssego. Maria da Fé - MG. Outubro a dezembro de 2016.



Não houve correlação significativa do número moscas-das-frutas com os fatores climáticos avaliados (Temperatura média ($p = 0,60$) e precipitação pluviométrica ($p = 0,80$)).

4 DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento de *Grapholita molesta*

Durante todo período de avaliação, adultos de *G. molesta* foram capturados ao longo do outono e inverno, para as duas fruteiras. Isso difere do que se verifica nas regiões de clima temperado, onde adultos dessa mariposa ocorrem na primavera e verão, sendo que no outono e inverno esse inseto entra em diapausa (OMELYUTA, 1978). Em Bento Gonçalves, RS, durante dois anos de avaliação, Arioli; Carvalho; Botton (2005), não observaram a presença de adultos de *G. molesta* nesse período e sugeriram a não ocorrência à existência de diapausa desses insetos. No entanto, o presente resultado está de acordo como observado em Araucária no Paraná, onde constatou-se a ocorrência de adultos dessa espécie de abril a agosto, período de dormência do pessegueiro e da macieira (Poltronieri; Monteiro; Schuber, 2008). Esses autores atribuem a ocorrência dessa mariposa à temperatura registrada em Araucária durante esse período, que foi em média de 15,9°C, que é semelhante aos 16 °C citado por Salles (2001) como a temperatura base para o voo espontâneo de *G. molesta*. Contudo, a temperatura média registrada em Maria da Fé variou entre 11 e 17 °C, durante o período de ocorrência de *G. molesta* nas armadilhas e não foi constatada correlação entre a temperatura e a flutuação populacional dessa mariposa, podendo-se levantar a hipótese de que a temperatura não foi o fator determinante para a ocorrência desse inseto nos pomares.

Muitos fatores bióticos e abióticos influenciam a variação sazonal das populações de insetos-praga, entre elas a disponibilidade de alimento. O início da floração das cultivares de pessegueiro em Maria da Fé, ocorre em julho (SOUZA et al., 2013). No entanto, houve antecipação de aproximadamente três meses da primeira florada em pessegueiro e conseqüentemente da frutificação, devido a precipitação atípica, tanto em volume quanto ao período ocorrido em 2016 e 2017. Possivelmente a disponibilidade de novos brotos e frutos presentes nesse período tenha favorecido a ocorrência dessa mariposa nessa fruteira. De acordo com Myers; Hull; Krawczyk (2006), os primeiros adultos são observados nos pomares no início do período vegetativo do pessegueiro, pois o desenvolvimento dessas populações depende do estado fenológico da planta e principalmente da presença de frutos. Outro fator a se considerar é a localização onde foram

implantados os pomares. Maria da Fé está localizada em uma região montanhosa, a 1.276 m e, devido aos elementos meteorológicos característicos ligados à altitude, como por exemplo, umidade relativa, velocidade do vento, insolação, entre outros, provavelmente influenciaram na dinâmica populacional desse inseto.

Após o mês de agosto/2016, não foi constatada a ocorrência de adultos de *G. molesta* em armadilhas de feromônio instaladas em pessegueiro, indicando a redução populacional dessa mariposa na área, além disso, foi comprovada pela ausência de lagartas em frutos. Alguns fatores podem ter contribuído para a redução do número de insetos, dentre eles a prática cultural de raleio ocorrida no final de agosto/2016. Esse tipo de manejo pode interferir na densidade populacional, ao se colher involuntariamente os frutos infestados com lagartas do tortricídeo. Monteiro et al. (2009) afirmaram que o raleio de frutos contribui para redução de *G. molesta* durante a fase de desenvolvimento e maturação de frutos.

Adultos de *G. molesta* voltaram a ocorrer nas armadilhas de feromônio em outubro e novembro/2016. Nesse período os frutos encontravam-se desenvolvidos e alguns em ponto de colheita. Resultados semelhantes também foram encontrados em Caldas, MG, onde a maior intensidade de danos nos frutos ocorreu nesse mesmo período, com redução gradativa até o final de dezembro (SOUZA; SANTA-CECÍLIA; DE SOUZA, 2000).

A partir da segunda quinzena de julho/2017, não houve ocorrência de *G. molesta*. Entre os fatores que podem ter contribuído para a redução populacional dos adultos dessa mariposa, possivelmente o controle químico com Decis 25 CE® (deltametrina 25 g/L) realizado no início de julho, foi um dos principais, pois o raleio ocorreu novamente no mês de agosto. Contudo, durante três anos de avaliação da flutuação populacional de *G. molesta* em pessegueiro em Lapa, PR, Monteiro et al. (2009), relataram que as frequentes pulverizações não impediram que as populações dessa mariposa ultrapassassem o nível de controle (25 mariposa/dia) em todos os anos de avaliação.

A captura de adultos de *G. molesta* com armadilhas contendo feromônio sintético em macieira mostrou resultados distintos em relação às coletas feitas em pessegueiro. Os adultos detectados foram em densidade inferior àquela em que o inseto, por questões ligadas à alimentação, reprodução, desenvolvimento e perpetuação da espécie, não se desloracam para as macieiras. Pode-se também ponderar que o fator distância entre as duas culturas teve influência na migração dos adultos, uma vez que se encontravam a aproximadamente 500 m. Resultados semelhantes também

foram obtidos por Poltronieri, et al. (2008), os quais sugeriram que a distância entre pomares de macieira e pessegueiro implantados podem influenciar no deslocamento dessa mariposa, implicando na redução da densidade populacional em macieira. Outro aspecto que pode ser levado em consideração, refere-se ao tamanho corpóreo dos adultos da *G. molesta*. Trata-se de um inseto de pequeno porte e fatores climáticos, como vento e precipitação, podem interferir no deslocamento dos adultos. Ellis; Hull (2013) em experimento realizado em pomares de macieira e pessegueiro na Pensilvânia, Estados Unidos, afirmaram que os fatores distância, direção e velocidade do vento influenciaram significativamente a incidência de capturas dessa mariposa nas armadilhas. Em ambos os pomares estudados e em dois anos de avaliação, um maior número de mariposas foi recapturado entre 50 a 100 m do ponto de libertação, independentemente do tipo de cultivo onde as mariposas foram liberadas. O número de mariposas recapturadas foi menor à medida que a distância do ponto de libertação aumentou, independentemente da cultura onde as mariposas foram liberadas. Em relação à velocidade do vento, há uma maior probabilidade de recaptura em armadilhas localizadas diretamente no percurso da direção do vento durante o período estimado de pico de voo da mariposa.

4.2 Monitoramento de moscas-das-frutas

Em pessegueiro houve aumento no número de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas Pet a partir de outubro, com pico populacional em novembro, e igualmente observado nos frutos de pêssgo coletados nessa mesma época. A maior ocorrência dessas moscas coincidiu com o amadurecimento dos frutos de pêssgo e decréscimo após a colheita. De acordo com Hickel; Ducroquet (1993); Aluja (1994) as flutuações populacionais de adultos em pomares estão diretamente relacionadas à disponibilidade de frutos hospedeiros, pois as maiores infestações ocorrem justamente nesses períodos.

Apesar de ter sido observado em pessegueiro maior número de adultos de *Anastrepha*, comparado a *C. capitata* em armadilhas Pet, em frutos ocorreu o oposto, caracterizando preferência de *C. capitata* pelo pêssgo, como mencionado por Malavasi; Zucchi; Sugayama (2000); Raga et al. (2002) e Montes et al. (2011). De acordo com Zucchi (2000), a identificação das espécies em uma determinada área só pode ser obtida com base em levantamentos diretamente dos frutos

hospedeiros. Assim, *C. capitata* é influenciada pelos hospedeiros que atuam principalmente como substratos de refúgio e reprodução (KATSOYANNOS; KOULOSSIS; CAREY, 1998). Existe uma “certa” especialização em tefritídeos em relação à espécie hospedeira, sendo que espécies de *Anastrepha* alimentam-se da polpa de frutos de plantas nativas que ocorrem no Continente Americano, enquanto que *C. capitata* é adaptada a plantas hospedeiras introduzidas, como o pêssego (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000; ALVARENGA et al., 2009; MONTES et al., 2011).

Não foi detectada correlação significativa entre a população de moscas-das-frutas e a variável temperatura e precipitação. Esse fato pode indicar que a incidência de moscas-das-frutas, avaliada no presente estudo, encontra-se relacionada à disponibilidade de hospedeiro e estágio de maturação dos frutos do que a fatores climáticos.

Em macieiras, foi observada a ocorrência de moscas-das-frutas durante o período de amadurecimentos das maçãs (novembro a janeiro). No entanto, o número de moscas observadas no pomar não foi elevado, levando-se em consideração que o nível de controle dessas moscas é de 0,5 a 1,0 mosca/armadilha/dia (KOVALESKI, 2004; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009), o que corresponde a 7,0 a 15,0 moscas/armadilha/data de amostragem. Essas moscas não utilizaram os frutos da macieira como hospedeiro, pois não foram observadas emergências de adultos nas coletas realizadas. A maçã é considerada hospedeira aceitável para moscas-das-frutas, no entanto, o tipo de cultivar pode ter efeitos negativos no desenvolvimento e sobrevivência das larvas (SUGAYAMA et al, 1998). Por outro lado, Santos (2013) atribui que os danos causados em maçãs por *A. fraterculus*, parecem estar principalmente relacionados com a densidade populacional, do que com as características de cada cultivar.

Durante o período de avaliação, o número de moscas-das-frutas coletadas em armadilha Pet em macieiras, foi maior que àquelas coletadas em pessegueiro. Isso se deve ao pico populacional desses insetos (61% das moscas coletadas) ocorrido nesse pomar em março de 2017. Nesse período, as maçãs haviam sido colhidas e coincidiu com o período de amadurecimento dos frutos de goiabeira, em plantio de 0,5 ha próximo àquele da macieira (Figura 1B). O maior número de capturas dessas moscas ocorreu na armadilha próxima ao pomar de goiabeiras, o que indica a dispersão dessas moscas do pomar de goiabeiras para o de macieiras. Salles (1999) também verificaram maior captura de adultos de *A. fraterculus* em armadilhas nas margens periféricas e

instaladas próximas à área de mata, em relação àquelas localizadas nas linhas de plantio internas de pomares de macieira. De acordo com Kovaleski (2004); Nora; Hickel (2006), a ocorrência de moscas-das-frutas em pomar de maçã está relacionada à proximidade com áreas de mata nativa e de hospedeiros primários da família Myrtaceae e várias pesquisas enfatizaram essa família, como sendo aquela que concentra as maiores taxas de infestação por Tephritidae (URAMOTO; MARTINS; ZUCCHI, 2008; SILVA et al., 2010).

5 CONCLUSÕES

Em Maria da Fé, MG, Brasil:

- A ocorrência de adultos de *Grapholita molesta* foi observada durante o outono e inverno em pomares de pessegueiro e macieira. A presença de lagartas em frutos de pêsego foi observada nesse mesmo período e em frutos de maçã não foi observada a ocorrência dessa mariposa.
- A ocorrência de adultos de moscas-das-frutas foi observada principalmente na primavera e verão em pessegueiro e macieira. Larvas de *C. capitata* em frutos de pêsego ocorreram principalmente em outubro e de *Anastrepha* spp. em novembro. Em frutos de maçã não foi observada a ocorrência dessas moscas.
- Não existe correlação significativa entre a população desses insetos e as variáveis: temperatura e precipitação.

6 REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. P. S. et al. Flutuação populacional e danos de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em sistemas de produção convencional e integrada da cultura do pessegueiro na localidade de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 225-229, 2002.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Informa economics, São Paulo: FNP. 2016. 455 p.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. et al. **Armadilha PET para Captura de Adultos de Moscas-das-Frutas em Pomares Comerciais e Domésticos**. Seropédica: EMBRAPA, 2006. 8 p. (Circular Técnica 16).
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review Entomological**, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALVARENGA, C. D. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em plantas hospedeiras de três municípios do Norte do Estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 195-204, abr./jun. 2009.
- ARIOLI, C. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M. Flutuação populacional de *Grapholita molesta* (Busck) com armadilhas de feromônio sexual na cultura do pessegueiro em Bento Gonçalves, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 1-5, 2005.
- BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; SCOZ, P. L. **Sistema de produção de pêsego de mesa na Região da Serra Gaúcha**. Embrapa, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/pragas.htm>>. Acesso em: 06 jan. 2017.
- BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; COLLETTA, V. D. **Monitoramento da mariposa oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) na cultura do pessegueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2001. 4p. (Embrapa-CNPUV. Comunicado Técnico, 38).
- CANESIN, A; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Análise faunística e flutuação populacional de mosca-das-frutas (Diptera. Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 185-190, 2007.
- ELLIS, N. H.; HULL, L. A. Factors influencing adult male *Grapholita molesta* dispersal in commercial *Malus* and *Prunus* host crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 146, n. 2, p. 232-241, feb. 2013.

EPAMIG. CEMF - Campo Experimental de Maria da Fé. Disponível em: <
http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=168>.
 Acesso em: 12 jan. 2017.

GREGÓRIO, P. L. F. et al. The influence of prior experience with artificial fruits on the ovipositioning behavior of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 1-2, n. 2, p. 138-141, jun. 2012.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relacionada com a fenologia de frutificação de pêssego e ameixa em Santa Catarina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 591-596, 1993.

KATSOYANNOS, B. I.; KOULOSSIS, N. A.; CAREY, J. R. Seasonal and annual occurrence of mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) on Chios Island, Greece: differences between two neighboring citrus orchards. **Annals of the Entomological Society of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 43-51, jan. 1998.

KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. Manual de identificação e controle de pragas de macieira. In: VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; NACHTIGALL, G. R.; KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. DOS; SPOLTI, P. **Manual de identificação e controle de doenças, pragas e desequilíbrio nutricional da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 32-42.

KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2004. 85 p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 93-98.

MONTEIRO, L. B. et al. Flutuação populacional e danos de *Grapholita molesta* em pomares convencional e de produção integrada de pêssego, no município de Lapa, PR. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 99-107, 2009.

MONTEIRO, L. B.; DE SOUZA, A.; BELLI, L. Confusão sexual para o controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), em pomares de macieira, em Fraiburgo (SC), Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 191-196, 2008.

MONTES, S. M. N. M. et al. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus Persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente- SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 402-411, jun. 2011.

MYERS, C. T.; HULL, L. A.; KRAWCZYK, G. Comparative survival rates of Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) larvae on shoots and fruit of apple and peach. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 1, p. 1299-1309, 2006.

NACHTIGALL, G. R. **Maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 171 p.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de Anastrepha fraterculus e Ceratitis capitata em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p. (Documento 315)

NORA, I.; HICKEL, E. R. Pragas da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Gráfica Editora Pallotti, 2006. p. 463-483.

NUNES, J. L. DA S. et al. Flutuação populacional e controle da mariposa oriental (*Grapholita molesta* Busck, 1916) em produção convencional e integrada de pessegueiro. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 227-228, ago. 2003.

OLIVEIRA D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 284-287, mar./abr. 2014.

OMELYUTA, V. P. Effect of atmospheric temperature on the development of the oriental peach moth. **Zakhist Roslin**, v. 23, p. 3-6, 1978.

POLTRONIERI, A. S. et al. Conexidade populacional de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) entre pomares de pessegueiro e macieira. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 339-347, 2008.

POLTRONIERI, A. S.; MONTEIRO, L. B.; SCHUBER, J. M. Prospecção da diapausa da mariposa-oriental no período de dormência do pessegueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 67-72, 2008.

RAGA, A. et al. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. **Boletín Sanidad Vegetal y Plagas**, Madrid, v. 28, n. 1, p. 519-524, 2002.

RICCI, B. et al. Effects of hedgerow characteristics on intra-orchard distribution of larval codling moth. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Zurich, v. 140, n. 1, p. 395-400, 2011.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. da. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha Schiner* (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 733-741, 2005.

RSTUDIO TEAM. RStudio: **Integrated Development for R**, 2016. Boston, MA: RStudio, Inc. Disponível em: <www.rstudio.com>. Acesso em: 05 nov. 2016.

- SALLES, L. A. B. Mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001, p. 42-45.
- SALLES, L. A. B. Colonização e dispersão de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em pomares de pessegueiro e macieira. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1999.
- SANTOS, J. P. **Flutuação populacional e danos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de quatro genótipos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) (Rosaceae)**. 2013. 92 p. Tese (Doutor em Fitotecnia (Entomologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2013.
- SILVA, J. G. et al. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and Associated Braconid Parasitoids From Native and Exotic Hosts in Southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, v. 39, n.5, p. 1457-1465, 2010.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, D.; VILLA NOVA, N.A. 1976. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres. 420 p.
- SOUZA, F. B. M. et al. Produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 133-139, 2013.
- SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; DE SOUZA, L. O. V. Ocorrência e danos de *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) em pessegueiros no município de Caldas-MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 185-188, 2000.
- SUGAYAMA, R. L. et al. Colonization of a New Fruit Crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a Demographic Analysis. **Environmental Entomology**, v. 27, n. 3, p. 642-648, jun. 1998.
- URAMOTO, K.; MARTINS, D. S.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in a remnant area of the highly endangered Atlantic Rain Forest in the State of Espírito Santo, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, n. 5, p. 457-466, 2008.
- ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 81).
- ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2008. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/edita_infos.htm>. Acesso em: 12 fev. 2017.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 13-24.

CAPÍTULO 3

Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) coletadas em pomar de maçã e pêsego cultivados em Maria da Fé-MG

Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) collected in apple and peach orchards grown in Maria da Fé-MG

RESUMO

Estudos sobre o levantamento de espécies de vespas sociais são importantes em ambientes agrícolas e representam um passo importante para identificar espécies potenciais a serem usadas no controle biológico de pragas. Não há estudos dessa natureza abordando vespas sociais na Serra da Mantiqueira, Sul de Minas Gerais. Assim, o presente estudo teve por objetivo conhecer as espécies de vespas sociais que ocorrem em pomar de pêssego e maçã na região da Serra da Mantiqueira em Maria da Fé, MG e identificar as espécies potenciais a serem utilizadas no controle biológico de pragas nessas fruteiras. O trabalho foi conduzido de maio de 2016 a maio de 2017, utilizando armadilha atrativa “Pet” e do tipo Moericke colocadas nessas duas culturas. Em macieira foram coletadas 24 morfo-espécies pertencentes a 12 gêneros e em pessegueiro foram coletadas 21 morfo-espécies em nove gêneros. As espécies mais frequentes foram *Agelaia multipicta* (Haliday, 1836) e *Agelaia vicina* (de Saussure, 1854) para as duas fruteiras. Os gêneros mais abundantes e representativos foram *Polybia* Lepeletier, 1836 e *Polistes* Latreille, 1802. Entre os gêneros coletados, quatro são registros inéditos para Minas Gerais: *Angiopolybia* sp.1, *Ceramiopsis* sp.1, *Nectarinella* sp.1, *Pachodynerus* sp.1. A maior diversidade, abundância e riqueza de vespas sociais, ocorreu em pomar de macieiras, comparado àquelas coletadas em pessegueiros. Dos insetos amostrados, pelo menos cinco gêneros são conhecidos e relatados como predadores de insetos-praga e tem como parte de sua fonte alimentar, lagartas que ocorrem em plantas cultivadas ou espontâneas.

Palavras-chave: Vespa. *Malus domestica*. *Prunus persica*. Mata Atlântica. Polistinae.

ABSTRACT

Studies on the inventory of species of social wasps are important in agricultural environments and represent an important step in identifying potential species to be used in the biological control of pests. There are no studies of this nature addressing social wasps in Mantiqueira mountains range, Southern Minas Gerais. The objective of this study was to know the species of social wasps that occur in a peach and apple orchard in the Mantiqueira mountains range region in Maria da Fé, MG and to identify the potential species to be used in the biological control of pests in these fruit trees. The work was conducted from May 2016 to May 2017, using attractive trap "Pet" and Moericke type placed in these two cultures. In apple trees were collected 24 morpho species belonging to 12 genus and in peach trees were collected 21 morpho-species in nine genus. The most frequent species were *Agelaia multipicta* (Haliday, 1836) and *Agelaia vicina* (de Saussure, 1854) for the two fruit trees. The most abundant and representative genus were *Polybia* Lepeletier, 1836 and *Polistes* Latreille, 1802. Among the genus collected, four are unpublished records for Minas Gerais: *Angiopolybia* sp.1, *Ceramiopsis* sp.1, *Nectarinella* sp.1, *Pachodynerus* sp.1. The greatest diversity, abundance and richness of social wasps occurred in an apple orchard, compared to those collected in peach trees. Of the insects sampled, at least five genus are known and reported as predators of pest insects and have as part of their food source, caterpillars that occur in cultivated or spontaneous plants.

Keywords: *Vespa*. *Malus domestica*. *Prunus persica*. Atlantic Forest. Polistinae.

1 INTRODUÇÃO

Os principais estados produtores de maçãs do Brasil são o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, o que corresponde a 99% da produção nacional (AGRIANUAL, 2016). No entanto, novos cultivares menos exigentes em frio estão viabilizando os cultivos em outras regiões brasileiras, em áreas de maiores altitudes, como no estado de Minas Gerais, onde a cultura encontra-se em franca expansão (RASEIRA; BYRNE; FRANZON, 2008; OLIVEIRA et al., 2014; LEONEL; PIEROZZI; TECCHIO, 2011). Outra importante fruta de clima temperado produzida em Minas Gerais é o pêsego, com 22% da produção nacional. Contudo, a produtividade dessas fruteiras está relacionada com diversos fatores, dentre eles, a ocorrência de insetos-praga, principalmente lagartas das famílias Tortricidae, Geometridae e Noctuidae (BOTTON; ARIOLI; MULLER, 2006; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003).

Diversos inimigos naturais auxiliam na manutenção das populações desses insetos-praga (KOVALESKI, 2004; BOTTON et al., 2013). Dentre eles, as vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae), são consideradas notáveis como predadores (PREZOTO; MACHADO, 1999; CARPENTER; MARQUE, 2001), uma vez que a dieta de seus imaturos consiste principalmente de proteína animal proveniente da captura de lagartas durante seu forrageamento (HERMES; KÖHLER, 2006; PREZOTO et al., 2008). Vespas adultas alimentam-se de néctar e pólen e ao buscar esses recursos, podem carregar o pólen em seu corpo de uma flor para outra, contribuindo para a polinização da planta visitada (SANTOS; AGUIAR; GOBBI, 2006; HERMES; KÖHLER, 2006; SÜHS et al., 2009; CLEMENTE et al., 2012). Além de predadores e polinizadores, podem atuar como bioindicadores de qualidade ambiental (SOUZA et al., 2010) e no equilíbrio trófico dos ecossistemas (PREZOTO et al., 2008; MACIEL; BARBOSA; PREZOTO, 2016).

Devido à importância do táxon, estudos sobre a diversidade e abundância de vespas sociais foram realizados em diferentes regiões e habitat no Brasil, incluindo vegetação natural (SOUZA; PREZOTO, 2006; ELPINO-CAMPOS; DEL-CLARO; PREZOTO, 2007; GOMES; NOLL, 2009; SOUZA et al., 2010; LOCHER et al., 2014; TOGNI et al., 2014) e áreas urbanas (LIMA; LIMA; PREZOTO, 2000; ALVARENGA et al., 2010; JACQUES et al., 2012). Poucas pesquisas têm sido realizadas e pouco se conhece sobre a diversidade de vespas sociais presentes em agroecossistemas no Brasil (SOUZA et al., 2011; RIBEIRO JÚNIOR, 2008; AUAD et al., 2010) e são raros os

trabalhos desse grupo de insetos em macieiras e pessegueiros no país (LORENZATO, 1985; NUNES-SILVA et al., 2016). Por exemplo, em Minas Gerais, mas especificamente na Serra da Mantiqueira, sul do Estado, não se conhece quais espécies de Vespidae estão presentes nesses cultivos. Sendo assim, este estudo teve por objetivos conhecer as espécies de vespas sociais que ocorrem em pomares de pêsego e maçã na região da Serra da Mantiqueira em Maria da Fé, MG e identificar as espécies potenciais no controle biológico de pragas nessas fruteiras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Experimental da Epamig, município de Maria da Fé (MG). A propriedade possui 109 ha, dos quais 30 são de preservação permanente (EPAMIG, 2017). O município encontra-se localizado na Serra da Mantiqueira, Sul do estado a 22°18'46" S e 45°23'5" O e altitude média de 1.276m. O clima da região é classificado como subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (OLIVEIRA et al., 2014).

As áreas experimentais foram constituídas de macieiras e pessegueiros distantes aproximadamente 500 m. O pomar de macieira está instalado em uma área de 1,0 ha da cv. Eva. Esse cultivo é delimitado por um pomar de goiabeiras, oliveiras e em dois lados, por mata nativa (Mata Atlântica) (Figura 1). O pomar de pêsego foi constituído por uma área de 0,5 ha. Composta por nove cultivares (Aurora, Biuti, Bolão, Conserva 845, Diamante, Dourado, Eldorado, Maciel e Ouro Mel), sendo que 51% delas é Maciel. O manejo nessas duas fruteiras foi de acordo com o recomendado pela produção integrada de frutas, não sendo feita aplicação de inseticidas para o controle de pragas durante o período de coleta de insetos.

Para se fazer as coletas de vespas utilizou-se três armadilhas Pets por pomar, instaladas a 1,50 m de altura do solo no interior da copa da planta. Como atrativo alimentar foi utilizado por armadilha 500 mL de solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, diluída em água a 5% v/v (AGUIAR-MENEZES et al., 2006). As coletas quinzenais foram realizadas de maio de 2016 a maio de 2017 nos pomares de macieira e pêsego. Após a coleta, as armadilhas eram higienizadas com água pura e reabastecidas com a mesma solução atrativa. O material retirado das armadilhas foi colocado em sacos plástico e transportado ao laboratório para proceder à triagem.

Durante esse mesmo período de coletas utilizou-se nesses dois pomares outra armadilha para coleta e nesse caso, empregou-se armadilhas plásticas amarelas ovais, tipo Moericke. Foram selecionados 12 pontos amostrais, sendo oito no pomar de macieiras e quatro em pessegueiros. Em cada ponto foi instalado um conjunto de três armadilhas distanciadas 2,0 m entre si, sendo cada ponto distante 50,0 m um do outro. A bandeja receptora possuía 20,0 cm no maior eixo e 10,0 cm no menor, as quais foram suspensas por haste de bambu a 50,0 cm do solo. As armadilhas foram abastecidas com solução salina de NaCl a 10% e detergente neutro e mantidas no campo por 96 horas (TOMAZELLA, 2016).

Figura 1- Imagem aérea dos pomares de maçã e pêsego em Maria da Fé, MG. Fonte: Google Maps.



Os insetos da família Vespidae coletados nos dois tipos de armadilhas foram mantidos em álcool 70% e identificados, quando possível até espécie de acordo com material didático de Goulet; Huber (1993) e chave entomológica (RICHARDS, 1978).

2.1 Análise estatística

Os dados de abundância de vespas sociais coletadas em pessegueiro e macieira foram transformados em raiz ($x + 0,5$). Utilizou-se o índice de similaridade de Bray-Curtis por meio do programa Past® para as análises de escalonamento multidimensional (nMDS) e de Similaridade ANOSIM. A diversidade foi calculada com índice de Shannon (H') e a dominância com índice de Berger-Parquer (D_{pb}), por meio do programa Past®. Para seguir as pressuposições de normalidade e de homogeneidade das variâncias, os dados foram transformados em raiz quadrada. Para os dados que não atenderam as pressuposições após a transformação, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Foram realizados testes de média para averiguar diferença entre os tratamentos utilizando o “software” R Studio (RSTUDIO TEAM, 2016). Os cálculos de abundância e frequência foram feitos no “software” Microsoft Excel 2016.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 4376 e 3461 espécimes de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em macieira e pessegueiro, respectivamente (Tabela 1). Em macieira, foram coletadas 24 morfo-espécies pertencentes a doze gêneros e em pessegueiro foram coletadas 21 morfo-espécies em nove gêneros, sendo quatro registros inéditos em Minas Gerais, *Angiopolybia* sp.1, *Ceramiopsis* sp.1, *Nectarinella* sp.1, *Pachodynerus* sp.1. O número de espécies de vespas sociais coletados no presente estudo foi semelhante ao encontrado em outros ecossistemas brasileiros (ELPINO-CAMPOS; DEL-CLARO; PREZOTO, 2007; JACQUES et al., 2012; GRADINETE; NOLL, 2013; TOGNI et al., 2014). De acordo com Silva et al. (2013) ambiente de pomar pode apresentar diferenças relacionadas à riqueza e diversidade de vespas, devido a frutificação das espécies cultivadas. As vespas possuem comportamento oportunista, e são atraídas para ambientes que fornecem maior quantidade de recursos como água e alimento, o que faz com que explorem ambientes cultivados (SANTOS et al., 2009). Outro fator a se considerar é a proximidade com a área de mata natural, as quais fornecem e apresentam potencial para o fornecimento de recursos alimentares e locais de nidificação (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2004).

As espécies mais frequentes foram *Agelaia multipicta* (Haliday, 1836), e *Agelaia vicina* (de Saussure, 1854) para as duas fruteiras. Juntas somaram 91 e 96% dos insetos coletados no pomar de maçã e de pêssego, respectivamente. A alta prevalência desse gênero foi também relatada em diferentes ecossistemas no Brasil (GOMES; NOLL, 2009; PEREIRA; ANTONIALI JUNIOR, 2011; JACQUES et al., 2012; GRADINETE; NOLL, 2013; LOCHER et al., 2014; JACQUES et al., 2015). Espécies desse gênero constroem ninhos maiores, constituindo colônias populosas e algumas espécies podem atingir populações estimadas em até um milhão de adultos (ZUCCHI et al., 1995; HUNT et al., 2001), ocasionando um maior forrageio das operárias, o que as tornam frequentes nos ambientes, logo maior probabilidade de captura (HUNT et al. 2001; AUAD et al., 2010). De acordo com Oliveira; Noll; Wenzel (2010), *A. vicina* é um predador generalista, alimentando-se de sementes e insetos de várias ordens, atuando como regulador da densidade populacional de diversos artrópodes.

Tabela 1- Abundância (Ab) e frequência relativa (Fr) de espécies de vespas (Hymenoptera: Vespidae), coletadas em macieira e pessegueiro com uso de armadilhas (Moericke + Pet). Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio de 2017.

Espécies	Macieira	Pessegueiro
----------	----------	-------------

	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	2143	48,97	2088	60,33
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	1848	42,23	1241	35,86
Subtotal <i>Agelaia</i>	3991	91,2	3329	96,19
<i>Angiopolybia</i> sp.1	3	0,07	0	0,00
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	18	0,41	6	0,17
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	3	0,07	1	0,03
<i>Ceramiopsis</i> sp.1	1	0,02	0	0,00
<i>Nectarinella</i> sp.1	2	0,05	0	0,00
<i>Pachodynerus</i> sp.1	1	0,02	3	0,09
<i>Parancistrocerus</i> sp.1	8	0,18	3	0,09
<i>Polistes satan</i> Bequaert 1940	13	0,30	2	0,06
<i>Polistes pacificus</i> Fabricius, 1804	0	0,00	1	0,03
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1871)	15	0,34	8	0,23
Subtotal <i>Polistes</i>	28	0,64	11	0,32
<i>Polybia fastidiosuscula</i> (de Saussure, 1854)	19	0,43	3	0,09
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	90	2,06	30	0,87
<i>Polybia jurinei</i> de Saussure, 1854	3	0,07	0	0,00
<i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	72	1,65	28	0,81
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1971)	43	0,98	18	0,52
<i>Polybia</i> sp.1	16	0,37	4	0,12
<i>Polybia</i> sp.2	14	0,32	4	0,12
<i>Polybia</i> sp.3	10	0,23	2	0,06
<i>Polybia</i> sp.4	22	0,50	4	0,12
<i>Polybia</i> sp.5	6	0,14	8	0,23
<i>Polybia</i> sp.6	23	0,53	5	0,14
Subtotal <i>Polybia</i>	318	7,28	106	3,08
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)	1	0,02	1	0,03
<i>Synoeca</i> sp.1	2	0,05	1	0,03
Total	4376	100	3461	100
Riqueza	24		21	

Tabela 2: Espécies de vespas (Hymenoptera: Vespidae) coletadas em macieira e pessegueiro por tipo de armadilha (Moericke e Pet), abundância (Ab) e frequência relativa (Fr). Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio de 2017.

Espécies	Armadilha Pet				Armadilha Moericke			
	Macieira		Pessegueiro		Macieira		Pessegueiro	
	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)
1 <i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	2080	50,21	2018	60,71	63	27,04	70	51,09
2 <i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	1835	44,29	1233	37,09	13	5,58	8	5,84
Subtotal <i>Agelaia</i>	3915	94,5	3251	97,8	76	32,62	78	56,93
3 <i>Angiopolybia</i> sp. 1	0	0,00	0	0,00	3	1,29	0	0,00
4 <i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	10	0,24	6	0,18	8	3,43	0	0,00
5 <i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	1	0,02	1	0,03	2	0,86	0	0,00
6 <i>Ceramiopsis</i> sp. 1	0	0,00	0	0,00	1	0,43	0	0,00
7 <i>Nectarinella</i> sp. 1	1	0,02	0	0,00	1	0,43	0	0,00
8 <i>Pachodynerus</i> sp. 1	0	0,00	3	0,09	1	0,43	0	0,00
9 <i>Parancistrocerus</i> sp. 1	6	0,14	2	0,06	2	0,86	1	0,73
10 <i>Polistes satan</i> Bequaert 1940	13	0,31	2	0,06	0	0,00	0	0,00
11 <i>Polistes pacificus</i> Fabricius, 1804	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,73
12 <i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1871)	10	0,24	6	0,18	5	2,15	2	1,46
Subtotal <i>Polistes</i>	23	0,55	8	0,24	5	2,15	3	2,19
13 <i>Polybia fastidiosuscula</i> (de Saussure, 1854)	12	0,29	1	0,03	7	3,00	2	1,46
14 <i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	67	1,62	26	0,78	23	9,87	4	2,92
15 <i>Polybia jurinei</i> de Saussure, 1854	0	0,00	0	0,00	3	1,29	0	0,00
16 <i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1971)	35	0,84	9	0,27	37	15,88	19	13,87
17 <i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1971)	36	0,87	14	0,42	7	3,00	4	2,92
18 <i>Polybia</i> sp. 1	3	0,07	0	0,00	13	5,58	4	2,92
19 <i>Polybia</i> sp. 2	5	0,12	0	0,00	9	3,86	4	2,92

Tabela 2 Continuação

Espécies	Armadilha Pet				Armadilha Moericke			
	Macieira		Pessegueiro		Macieira		Pessegueiro	
	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)	Ab	Fr (%)
20 <i>Polybia</i> sp. 3	10	0,24	1	0,03	0	0,00	1	0,73
21 <i>Polybia</i> sp. 4	13	0,31	0	0,00	9	3,86	4	2,92
22 <i>Polybia</i> sp. 5	0	0,00	0	0,00	6	2,58	8	5,84
23 <i>Polybia</i> sp. 6	5	0,12	1	0,03	18	7,73	4	2,92
Subtotal <i>Polybia</i>	186	4,48	52	1,56	132	56,65	54	39,42
24 <i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)	0	0,00	0	0,00	1	0,43	1	0,73
25 <i>Synoeca</i> sp. 1	1	0,02	1	0,03	1	0,43	0	0,00
Total	4143	100	3324	100	233	100	137	100
Riqueza	18		15		22		16	

O segundo gênero mais abundante e também o mais representativo com cinco espécies e seis morfo espécies coletadas foi *Polybia*, com 424 indivíduos. A elevada ocorrência desse gênero tem sido comum em inventários de vespas sociais, principalmente na região sudeste do país (LOCHER, 2016) e corrobora com outros levantamentos realizados em outras regiões de Minas Gerais (SOUZA; ZANUNCIO, 2012; FREITAS et al., 2015). Esse fato possivelmente pode estar relacionado ao número de espécies que compõem o grupo, sendo que no Brasil são conhecidas 44 espécies e o fato desse gênero ser o mais frequente na América do Sul (CARPENTER; MARQUES, 2001).

O número médio de vespas do gênero *Polybia* foi maior em pomar de maçã (64%) que em pêssego (36%) ($F=11,316$; $P= 0,00145$). Provavelmente a distância inferior a 50 metros do pomar de maçãs com área de mata, possa ter proporcionado maior proteção contra predadores, disponibilidade e diversidade de recursos alimentares e de substrato de nidificação para essas vespas (SANTOS et al., 2007; SANTOS et al., 2009; SOUZA et al., 2012; FREITAS et al., 2015). De acordo com várias pesquisas realizadas, esse gênero é composto por espécies predadoras, com preferência por lagartas de Lepidoptera (MACHADO; GOBBI; ALVES JUNIOR, 1988; PREZOTO; LIMA; MACHADO, 2005).

Após o gênero *Polybia*, o gênero mais representativo foi *Polistes*, com três espécies. As vespas de *Polistes* também são conhecidas como eficientes predadores de lagartas de Lepidoptera (PREZOTO et al., 2006; ELISEI et al., 2010; SOUZA et al., 2013), sendo que a presa nessa fase do desenvolvimento é a principal fonte de alimentação de sua prole (RAVERET-RICHTER, 2000). Apensar do baixo número de indivíduos coletados, a presença de *Polistes versicolor* e também *Protonectarina sylveirae* nas áreas estudadas é relevante, pois se sabe que essas espécies constituem predadoras de uma importante praga em pessegueiro e macieiras, a lagarta *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (GONRING et al., 1999). De acordo com Debach (1951) mesmo em baixos níveis populacionais, esses predadores contribuem na diminuição da quantidade de pragas, reduzindo os picos de infestação.

Ao analisar o número médio de vespas sociais coletadas em cada tipo de armadilha e também o somatório dessas vespas nas duas armadilhas, para cada fruteira, constatou-se que não houve diferença significativa na abundância (Indivíduos) de vespas coletadas para cada pomar, independente do tipo de armadilha. No entanto, a diversidade (H') e a riqueza de espécies (S) dessas vespas, foram maiores em pomar de macieira do que aquelas coletadas em pessegueiros (Tabela

3). A maior diversidade e riqueza de espécies coletadas em macieiras podem ser explicadas devido à área de Mata Atlântica que delimita o pomar, com uma distância inferior a 50 metros. Ambientes conservados e com menor ação antrópica apresentam um mosaico de vegetação, oferecendo mais recursos alimentares e área de nidificação, além de abrigar espécies com necessidades ecológicas mais restritas (SOUZA et al., 2012). Como por exemplo, *Angiopolybia pallens* (Lepeletier, 1836), que somente foi coletada em ambientes de floresta tropical (SILVEIRA et al., 2005; CRUZ et al., 2006a; TOGNI et al., 2014). O gênero *Angiopolybia* Araujo, 1946 ocorre em Florestas tropicais do Equador, Colômbia, Venezuela, Peru e Brasil e contém apenas quatro espécies descritas, incluindo *A. pallens*, *A. paraensis* (Spinola, 1851), *A. obidensis* (Ducke, 1904) e *A. zischkai* Richards, 1978 (ANDENA; NOLL; CARPENTER, 2007). Essa vespa apresenta preferência por nidificar em ambientes de meia sombra, possui baixa autonomia de voo e se alimentam de néctar, presa e polpa (CRUZ et al., 2006b).

Tabela 3- Índices de Shannon (H'), Abundância (Indivíduos), Riqueza (S'), Berger-Parker (Dpb) em macieira e pessegueiro e número médio de indivíduos coletadas em armadilhas do tipo Moericke e Pet. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio 2017.

Armadilhas	Índices	Pomar		Valor P
		Macieira	Pessegueiro	
Moericke	H'	1,36 a	0,73 b	0,00078
	Indivíduos (n.s)	3,04	2,36	0,07606
	S'	2,19 a	1,63 b	0,00349
Pet	H'	0,85 a	0,61 b	0,00045
	Indivíduos (n.s)	6,27	5,63	0,43655
	S'	2,28 a	1,93 b	0,00369
Moericke+Pet	H'	0,96 a	0,85 b	0,02605
	Indivíduos (n.s)	6,37	5,67	0,41449
	S'	8,23 a	5,62 b	0,00098

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A análise de similaridade ANOSIM One-Way, por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis para Vespidae coletados em pomares de maçã e pêsego, não apontou a existência de diferença significativa na composição de espécies coletadas nos pomares, independente do tipo de armadilha: Pet com $R=0,00696$ e $P=0,2829$ (Figura 2); Moericke com $R=0,1208$ e $P=0,0958$ (Figura 3); e ambas as armadilhas somadas ($R=0,00451$ e $P=0,4537$, Figura 4).

Figura 2- Representação gráfica da diferença na similaridade (Bray-Curtis) de vespas coletadas em armadilhas Pet, nos tratamentos maçã e pêsego utilizando o método NMDS. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maior de 2017.

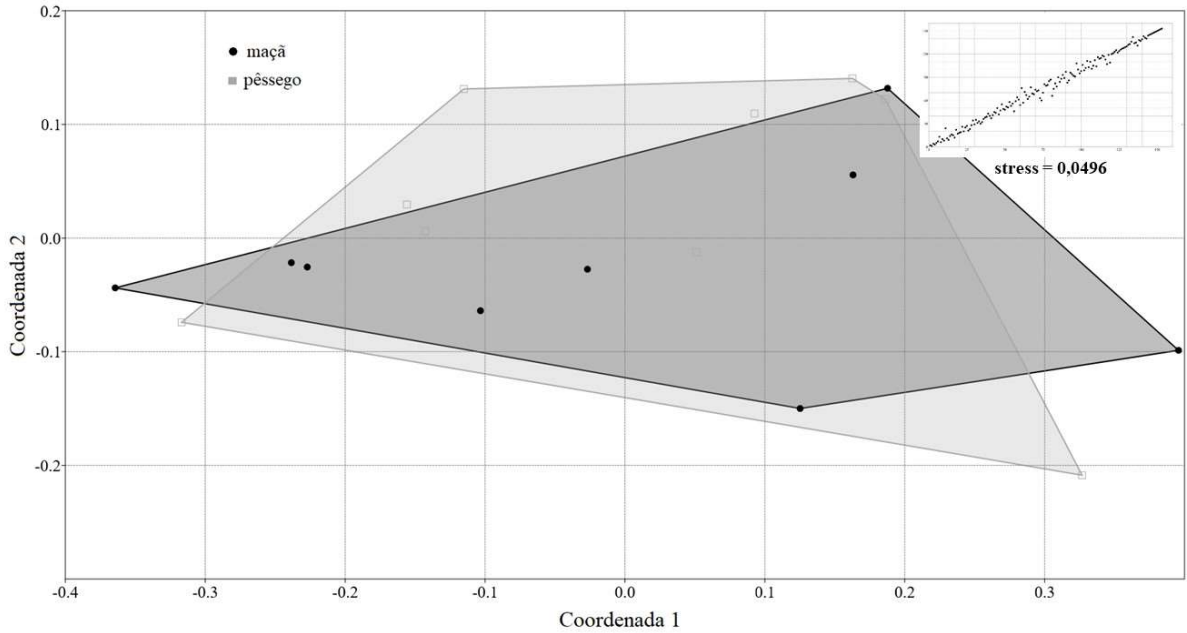


Figura 3- Representação gráfica da diferença na similaridade (Bray-Curtis) de vespas coletadas em armadilhas Moericke, nos tratamentos maçã e pêsego utilizando o método NMDS. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maior de 2017.

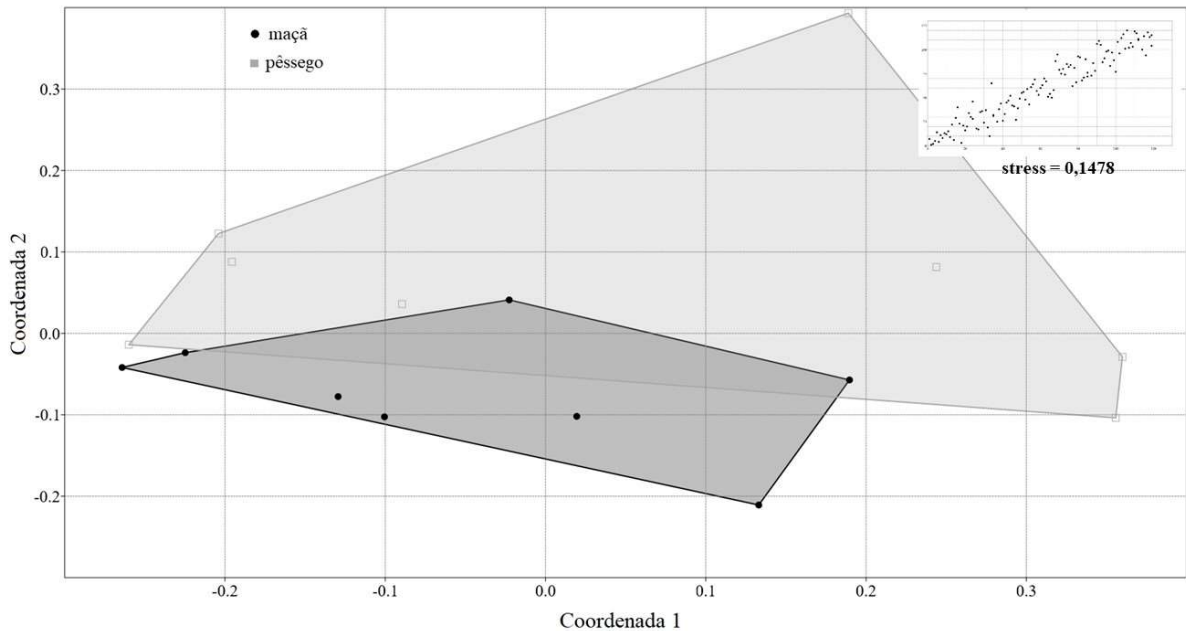
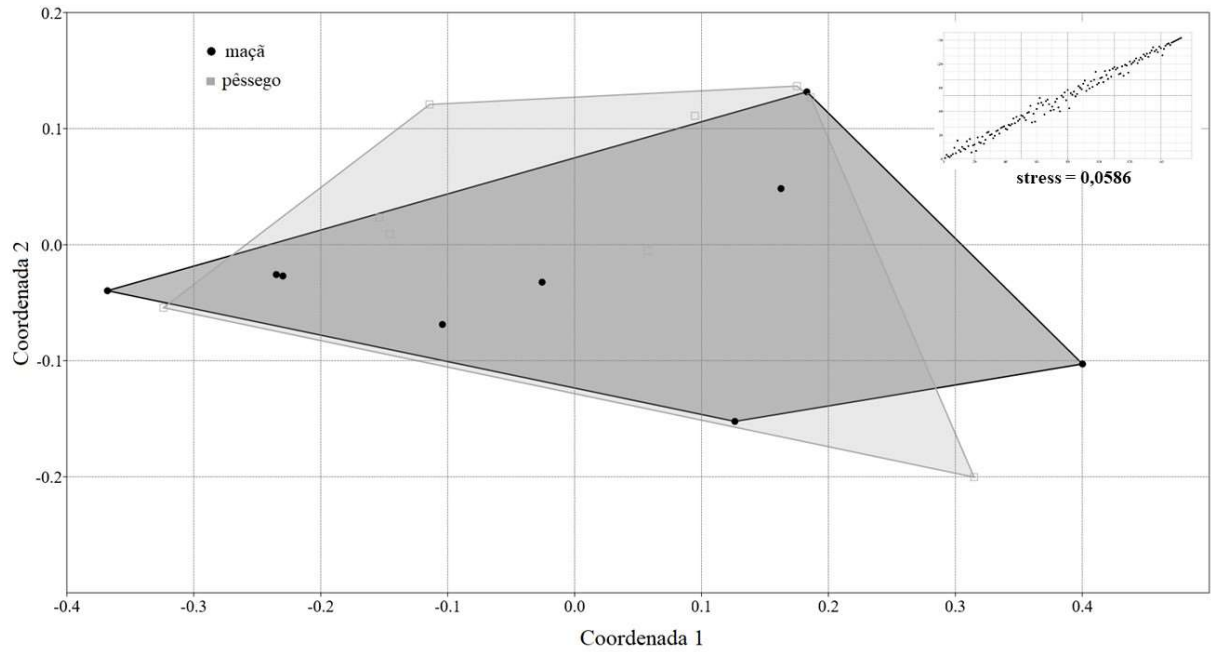


Figura 4- Representação gráfica da diferença na similaridade (Bray-Curtis) da soma de vespas coletadas em ambas armadilhas, nos tratamentos maçã e pêsego utilizando o método NMDS. Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maior de 2017.



4 CONCLUSÕES

A fauna de vespas sociais apresenta alta diversidade em pomares de macieiras e pessegueiros em Maria da Fé, Minas Gerais, Brasil. Dos insetos amostrados, pelo menos cinco gêneros são conhecidos e relatados como predadores de insetos-praga e tem como parte de sua fonte alimentar, lagartas que ocorrem em plantas cultivadas ou espontâneas. Essa relação sugere que as vespas sociais coletadas nos pomares de maçãs e pêssegos apresentam potencial para serem pesquisadas e utilizadas como inimigos naturais nessas culturas.

5 REFERÊNCIAS

- ANDENA, S. R.; NOLL, F. B.; CARPENTER, J. M. Phylogenetic analysis of the Neotropical social wasps of the genus *Angiopolybia* Araujo, 1946 (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **Zootaxa**, v. 1427, p. 57-64, 2007.
- AGRIFANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Informa economics, São Paulo: FNP. 2016. 455 p.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. et al. **Armadilha PET para Captura de Adultos de Moscas-das-Frutas em Pomares Comerciais e Domésticos**. Seropédica: Embrapa, 2006. 8 p. (Circular Técnica 16).
- ALVARENGA, R. D. et al. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 445-452, 2010.
- AUAD, A. M. et al. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera) in a Silvopastoral System. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 627-636, 2010.
- BOTTON, M. et al. **Bioecologia, Monitoramento e Controle de *Bonagota salubricola* (Lepidoptera: Tortricidae) em macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 97).
- BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MULLER, C. Controle de lagartas no período de floração da macieira. **Agapomi**, Vacaria, n. 145, p. 6-7, 2006.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta: Hymenoptera, Vespoidae, Vespidae)**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia. Publicações digitais 2. 2001. 147 p.
- CLEMENTE, M. A. et al. Flower-Visiting Social Wasps and Plants Interaction: Network Pattern and Environmental Complexity. **Psyche**, v. 2012, p. 1-10, 2012.
- CRUZ, L. D. et al. Nest site selection and flying capacity of neotropical wasp *Angiopolybia pallens* (Hymenoptera: vespidae) in the Atlantic rain Forest, Bahia State, Brazil. **Sociobiology**, v. 47, n. 3, p. 739-749, 2006a.
- CRUZ, J. D. et al. Daily activity resources collection by the swarm-founding wasp *Angiopolybia pallens* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 47, n. 3, p. 829-842, 2006b.
- DEBACH, P. The necessity for an ecological approach to pest control on citrus in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 44, n. 4, p. 443-447, aug. 1951.
- ELISEI, T. et al. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 958-964, set. 2010.

ELPINO-CAMPOS, Á.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 685-692, 2007.

EPAMIG. CEMF - **Campo Experimental de Maria da Fé**. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=168>. Acesso em: 15 jan. 2017.

FREITAS, J. DE L. et al. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 3, p. 67-77, set. 2015.

GONRING, A. H. R. et al. Seletividade de inseticidas, utilizados no controle de *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Olethreutidae) em pêssego, a Vespidae predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 2, p.301-306, 1999.

GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 3, p. 428-431, 2009.

GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Ottawa: Agriculture Canada, 1993. 670 p.

GRADINETE, Y. C.; NOLL, F. B. Checklist of social (Polistinae) and solitary (Eumeninae) wasps from a fragment of Cerrado "Campo Sujo" in the State of Mato Grosso do Sul. **Sociobiology**, v. 60, n. 1, p. 101-106, 2013.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 268-274, jun. 2006

HUNT, J. H. et al. Observations on two Neotropical Swarn-Founding Wasps *Agelaisia yepocapa* and *A. panamaensis* (Hymenoptera: Vespidae). **Annals of the Entomological Society of American**, v. 94, n. 4, p. 555-562, 2001.

JACQUES, G. DE C. et al. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an Agricultural Environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, v. 62, n. 3, p. 439-445, 2015.

JACQUES, G. DE C. et al. Diversity of Social Wasps in the Campus of the "Universidade Federal de Viçosa" in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, n. 3, p. 1053-1062, 2012.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Foraging trip duration and density of megachilid bees, eumenid wasps and pompilid wasps in tropical agroforestry systems. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, n. 3, p. 517-525, may 2004.

KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2004. 85 p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J. F. DA S.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. (Ed.) **Produção Integrada de Frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 61-68.

LEONEL, S.; PIEROZZI, C. G.; TECCHIO, M. A. Produção e qualidade dos frutos de pessegueiro e nectarineira em clima subtropical do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1. p. 118-128, 2011.

LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R.; PREZOTO, F. Levantamento dos gêneros, flutuação das colônias e hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n. 1, p. 69-80, 2000.

LOCHER, G. DE A. **Comunidades de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em dois gradientes altitudinais na serra da Mantiqueira**. 2016. 168 p. Tese (Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia)) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2016.

LOCHER, G. A. et al. The social wasp fauna of riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 225-233, 2014.

LORENZATO, D. Ocorrência e flutuação populacional de abelhas e vespas em pomares de macieiras (*Malus domestica* Bork) e pessegueiro (*Prunus persica* Sien. & Zucc.) no Alto Vale do Rio do Peixe, SC, e eficiência de atrativos alimentares sobre esses Himenópteros. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 87-109, 1985.

MACHADO, V. L. L.; GOBBI, N.; ALVES JUNIOR, V. V. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia (Trichothorax) sericea* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 2, p. 261-266, 1988.

MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C.; PREZOTO, F. Armadilhas atrativas como ferramenta de amostragem de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae): uma meta-Análise. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2016.

NUNES-SILVA, P. et al. **Visitantes florais e potenciais polinizadores da cultura da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2016. 16 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, 184).

OLIVEIRA, D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 284-287, mar./abr. 2014.

OLIVEIRA, A. L. DE; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging behavior and colony cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, p. 4-11, 2010.

PEREIRA, M. G. C.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Social wasps in riparian forest in Batayporã, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Sociobiology**, v. 57, n. 1, p. 153-163, 2011.

PREZOTO, F. et al. Vespas sociais e o controle biológico: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E. F.; DS SANTOS, I. A.; SHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J. E.; CAMPOS, L. A. O.; LINO-NETO, J. (Org) **Insetos sociais: da biologia a aplicação**. Viçosa: Editora da UFV, 2008, p. 413-427.

PREZOTO, F. et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 707-709, sep./oct. 2006.

PREZOTO, F.; LIMA, M. A. P.; MACHADO, V. L. L. Survey of preys captured and used by *Polybia platycephala* (Richards) (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 849-851, sep./oct. 2005.

PREZOTO, F.; MACHADO, V. L. L. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 841-850, 1999.

RASEIRA, M. C. B.; BYRNE, D. H.; FRANZON, R. C. Pessegueiro. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Eds). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2008, p. 679-706

RAVERET-RICHTER, M. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, n. 1, p. 121-150, 2000.

RICHARDS, O. W. **The Social Wasps Americas** Excluding the Vespinae. London: British Museum (Natural History), 1978. 580 p.

RIBEIRO JUNIOR, C. **Levantamento de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em Eucaliptocultura**. 2008. 68 p. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

RSTUDIO TEAM. RStudio: **Integrated Development for R**, 2016. Boston, MA: RStudio, Inc. Disponível em: <www.rstudio.com>. Acesso em: 05 nov. 2016.

SANTOS, G. M. DE M. et al. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de Cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 317-320, may/jun. 2009.

SANTOS, G. M. DE M. et al. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 180-185, mar./abr. 2007.

SANTOS, G. M. M.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the wasps guild (Hymenoptera: Vespidae) visiting flowers in the Caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 483-494, 2006.

SILVA, N. J. J. et al. Inventário rápido de vespas sociais em três ambientes com diferentes vegetações. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 146-149, 2013.

SILVEIRA, O. T. et al. Social wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. **Entomological Science**, v. 8, n. 1, p. 33-39, 2005.

SOUZA, G. K. et al. Social wasps on *Eugenia uniflora* Linnaeus (Myrtaceae) plants in an urban area. **Sociobiology**, v. 6, n. 1, p. 204-209, 2013.

SOUZA, M. M. et al. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. MG. **Biota**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, abr./mai. 2012.

SOUZA, M. M.; ZANUNCIO, J. C. Marimbondos Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae). 1. ed. Viçosa: UFV, 2012. 79 p.

SOUZA, A. R. et al. Sampling methods for assessing social wasps species diversity in a Eucalyptus plantation. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 3, p. 1120-1123, 2011.

SOUZA, M. M. et al. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 1, p. 387-396, 2010.

SOUZA, M. M.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in semideciduous forest and cerrado (savana) regions in Brazil. **Sociobiology**, v. 47, n. 1, p. 135-147, 2006.

SÜHS, R. B. et al. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 2, p. 138-143, abr./jun. 2009.

TOGNI, O. C. et al. The Social Wasp Community (Hymenoptera, Vespidae) in an area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10-17, 2014.

TOMAZELLA, V. B. **Diversidade de inimigos naturais em cafezais sombreados**. 2016. 70 p. Dissertação (Mestre em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

ZUCCHI, R. et al. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129-137, apr. 1995.

Appendix 3: List of plant species sown in the wildflower strip.

Family	Scientific name	Quantity (mg) to be sown / m²
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	1.69
	<i>Arctium minus</i>	98.53
	<i>Bellis perennis</i>	1.55
	<i>Centaurea cyanus</i>	36.64
	<i>Centaurea jacea</i>	32.61
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	6.23
	<i>Matricaria recutita</i>	3.75
	<i>Tanacetum vulgare</i>	1.09
Apiaceae	<i>Anthriscus sylvestris</i>	31.53
	<i>Foeniculum vulgare</i>	65.47
	<i>Heracleum sphondylium</i>	77.87
Brassicaceae	<i>Alliaria petiolata</i>	26.63
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1.16
	<i>Hesperis matronalis</i>	21.25
	<i>Sinapis arvensis</i>	25.33
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	27.38
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyparissias</i>	22.21
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	20.18
	<i>Securigera varia</i>	41.86
	<i>Trifolium pratense</i>	23.15
	<i>Trifolium repens</i>	6.73
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i>	1.24
Lamiaceae	<i>Ajuga reptans</i>	12.28
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	20.61
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>	2.12
Poaceae	<i>Arrhenatherum elatius</i>	46.94
	<i>Dactylis glomerata</i>	12.40
	<i>Festuca arundinacea</i>	28.30
Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i>	0.84
Scrophulariaceae	<i>Verbascum densiflorum</i>	1.31
	<i>Veronica hederifolia</i>	40.80
Rubiaceae	<i>Galium odoratum</i>	39.60