



KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

**INFESTAÇÃO E PARASITISMO DE *Leucoptera coffeella*
(Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) EM CAFEEIROS EM
TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA**

LAVRAS-MG

2017

KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

INFESTAÇÃO E PARASITISMO DE *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) EM CAFEEIROS EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira
Orientador
Dra. Lêda Gonçalves Fernandes
Coorientadora

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).**

Marques, Kulian Basil Santa Cecília.

Infestação e parasitismo de *Leucoptera coffeella* (Guérin-
Mèneville & Perrottet, 1842) em cafeeiros em transição
agroecológica / Kulian Basil Santa Cecília Marques. - 2017.
59 p. : il.

Orientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira.

Coorientador(a): Lêda Gonçalves Fernandes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal
de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Coffea arabica. 2. Controle Biológico. 3. Vespas. 4.
Agroecologia. 5. Bicho-mineiro-do-cafeeiro. I. Silveira, Luís
Cláudio Paterno. II. Fernandes, Lêda Gonçalves. III. Título.

KULIAN BASIL SANTA CECÍLIA MARQUES

INFESTAÇÃO E PARASITISMO DE *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) EM CAFEEIROS EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

INFESTATION AND PARASITISM OF *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) IN COFFEE TREES IN AGROECOLOGICAL TRANSITION

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2017

Dr. Rogério Antônio Silva EPAMIG

Dra. Rosângela Cristina Marucci UFLA

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira
Orientador

Dra. Lêda Gonçalves Fernandes
Coorientadora

LAVRAS-MG

2017

Aos meus pais, Paulo Sérgio e Fernanda, pelo apoio e confiança.

OFEREÇO

A todos aqueles que acreditam em uma agricultura sustentável e que respeitam o meio ambiente, de forma a preservá-lo para gerações futuras.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder o dom da vida e me dar forças para conclusão de mais uma etapa.

À Nossa Senhora Aparecida e São Judas Tadeu, por encher minha vida de bênçãos e intercessões.

Ao Professor Luís Cláudio, meu orientador, por sua contribuição com meu trabalho, meus sinceros agradecimentos.

A Professora Lêda Gonçalves, minha coorientadora, por seus ensinamentos e pela atenção em todo processo de aprendizagem e condução da pesquisa.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio e dedicação.

A minha namorada Priscila pelo companheirismo e compreensão.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Entomologia (DEN), CNPq e a FAPEMIG, pela oportunidade concedida para conquista dessa etapa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Machado.

Ao Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica do IFSULDEMINAS – Campus Machado (NEAPO) em especial aos membros: Ricardo, Éder, Ludmilia, Vitória e Gleysson.

Ao MST pela disponibilização das áreas para o desenvolvimento do projeto.

Aos Assentados de Reforma agrária do Sul de Minas Gerais.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O Brasil é o país que mais produz café no mundo, e Minas Gerais concentra a maior produção, sendo o sul do Estado a maior região produtora de café (*Coffea arabica*). O cafeeiro pode ser hospedeiro de uma ampla gama de artrópodes e alguns deles constituem-se pragas-chave da cultura, como o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) ocasionando grandes perdas em virtude das injúrias que provocam. A dinâmica populacional desta praga varia em função das regiões de cultivo, devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema cafeeiro. Os inimigos naturais, especialmente os micro-himenópteros parasitoides são importantes organismos que contribuem na sua regulação populacional, sendo indispensáveis na agricultura sustentável. Objetivou-se acompanhar a flutuação populacional, a infestação do bicho-mineiro do cafeeiro, bem como a ação de vespas parasitoides no seu controle. Também foi verificada a abundância, riqueza, diversidade, flutuação populacional e o índice de parasitismo de parasitoides das famílias Braconidae e Eulophidae em áreas convencionais e de transição agroecológica (convencional para agroecológico) no sul do Estado de Minas Gerais. Os experimentos foram realizados em 24 talhões de café distribuídos em quatro sistemas de cultivo, Convencional (CONV), em transição para Orgânico sombreado (T.OSB) e em transição para Pleno sol (T.OPS), e Sat (sem agrotóxico, T.SAT), totalizando uma área de 6,0 ha, em áreas de reforma agrária, nos municípios de Campo do Meio e Guapé. As coletas foram realizadas por um período de vinte e dois meses. Para avaliação da infestação do bicho-mineiro foram estabelecidos dez pontos de amostragens por talhão e em cada ponto foram retiradas, ao acaso, cinco folhas/planta, totalizando 50 folhas/talhão/coleta. Para a avaliação da riqueza de espécies, abundância, diversidade, similaridade e flutuação populacional entre as áreas estudadas e da porcentagem de parasitismo de minas do bicho-mineiro foram coletadas 10 folhas com minas intactas em cada talhão, retirando-se uma folha do 3º ou 4º par por planta, dos terços médio e superior. Esse material foi mantido em condições ambientes de laboratório, coletando-se os parasitoides emergidos por um período de 40 dias. Dados climatológicos foram coletados. Coletou-se 621 himenópteros parasitoides, sendo 420 Braconídeos e 201 Eulofídeos, pertencentes a três e cinco táxons diferentes respectivamente. Os dados referentes aos parasitoides encontrados nos diferentes sistemas de cultivo indicam *Orgilus niger* e *Stiropius reticulatus* como espécies promissoras e bem adaptadas. Conclui-se que nos cafeeiros convencionais e em transição agroecológica avaliados neste trabalho a população de bicho-mineiro é endêmica e não causa danos econômicos e a ação dos parasitoides possivelmente contribui para a regulação da infestação desta praga, além dos fatores climáticos. Os resultados obtidos permitem concluir que os sistemas cafeeiros estudados são ambientes favoráveis para a manutenção e preservação de himenópteros parasitoides do bicho mineiro do cafeeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Controle Biológico. Vespas. Agroecologia. Bicho-mineiro-do-cafeeiro.

ABSTRACT

Brazil is the biggest coffee producer in the world, Minas Gerais is the state that has the largest production, being its southern region the largest producer of *Coffea arabica*. The coffee culture hosts a wide range of arthropods and some constitute key pest of the crop such as leaf miner (*Leucoptera coffeella*) causing great losses because of the injuries they cause. The population dynamics of this pest varies depending on the region of cultivation, due to biotic and abiotic factors that act in the coffee agro-ecosystem. Natural enemies, especially the micro-hymenopteran parasitoids play an important role in the regulation of these pests, being indispensable for sustainable agriculture. This study aimed to evaluate the population dynamics, the infestation of the coffee leaf miner and the action of parasitoid wasps as its controller. It was also verified the abundance, richness, diversity, population dynamics and parasitoids parasitism from Braconidae and Eulophidae families in conventional areas and in agroecological transition (conventional to agroecological) in the southern region of Minas Gerais. The experiments were conducted on 24 plots of coffee over four cropping systems, Conventional (CONV) and transition to Organic shaded (T.OSB) and Organic in full sunlight (T.OS) and Without pesticides (T.SAT), with a total area of 6.0 ha in the agrarian reform areas in the municipalities of Campo do Meio and Guapé. Samples were collected for a period of twenty-two months. To evaluate leaf miner infestation were established 10 collection points in each plot, where five plants were chosen at random and had one leaf removed, totalling 50 leaves in each collection. For assessing species richness, abundance, diversity, similarity and between study areas, and leaf miner parasitism rate, 10 leaves were collected with one mine with intact tissue per leaf in each plot, removing one leaf from the third or fourth pair per plant in the upper or middle thirds. This material was kept at ambient laboratory conditions and parasitoids emerged during 40 days were collected. Climatological data were collected. A total of 621 hymenopteran parasitoids were collected, of which 420 Braconidae and 201 Eulophidae, belonging to three and five different taxa respectively. The data of the parasitoids found in different cultivation systems indicates *Orgilus niger* and *Stiropius reticulatus* as promising and well adapted species. It follows that in conventional coffee trees and in agroecological transition in this work the population of leaf miner is endemic and not cause economic damage and that the action of parasitoids possibly contributes to the regulation of this pest, in addition to climatic factors. The results of this study allow us to conclude that coffee systems studied are favourable environments for the maintenance and preservation of hymenopteran parasitoids of the coffee leaf miner.

Keywords: *Coffea arabica*. Biological Control. Wasps. Agroecology. Coffee-leaf-miner.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características e importância do Cafeeiro	13
2.2	Transição da Cafeicultura Convencional para Agroecológica	14
2.3	Bicho-Mineiro do Cafeeiro - <i>Leucoptera coffeella</i>	16
2.4	Inimigos naturais de <i>Leucoptera coffeella</i>	17
2.4.1	Himenópteros Parasitoides	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	Descrição das áreas experimentais dos sistemas de cultivo convencional, e de transição para orgânico pleno sol, orgânico agroflorestal e sat-sem agrotóxico	20
3.2	Implantação das Unidades Demonstrativas de Transição	21
3.3	Amostragens	23
3.3.1	Amostragem das populações do bicho-mineiro	23
3.3.2	Amostragem das populações de himenópteros parasitoides e avaliação do índice de parasitismo	24
3.4	Registro meteorológico	24
3.5	Análise faunística e estatística	24
4	RESULTADOS	26
4.1	Análises faunísticas	26
4.2	Análises de Cluster e ordenação, por escalonamento não-métrico (NMDS)	27
4.3	Riqueza, abundância e diversidade de parasitoides	29
4.4	Infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro e porcentagem de parasitismo	29
4.5	Flutuação populacional dos parasitoides do bicho mineiro	36
4.6	Relação da Infestação e Parasitismo do Bicho Mineiro em Campo do Meio e Guapé em Função das Condições de Temperatura e de Pluviosidade	39
5	DISCUSSÃO	42
5.1	Infestação do bicho-mineiro	42
5.2	Parasitismo do bicho-mineiro	43
5.3	Infestação, Parasitismo, Temperatura e Pluviosidade de Campo do Meio e Guapé	45
5.4	Riqueza, abundância e diversidade de parasitoides	46
6	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, o segundo maior consumidor do produto e a maior fonte mundial de cafés sustentáveis (GONDIM, 2011; MAPA, 2015). Minas Gerais concentra a maior produção, sendo o sul do Estado a maior região produtora de *Coffea arabica* (CONAB, 2017). A importância do café para o Brasil é indiscutível, uma vez que se trata do principal produto agrícola brasileiro de exportação, agregando considerável volume de recursos à balança comercial (AGUIAR-MENEZES et al., 2007).

Em 2016, a safra brasileira colhida alcançou mais de 50 milhões de sacas de 60 kg (CONAB, 2017) sendo exportadas pouco mais de 35 milhões de sacas no período de julho de 2015 a junho de 2016, com faturamento de US\$ 5,35 bilhões (MAPA, 2017). A produção brasileira de café para o ano de 2017 está estimada em mais de 45 milhões de sacas. Desse total, serão 36,45 milhões de sacas de café arábica e 9,13 milhões de robusta (CONAB, 2017).

O café é tradicionalmente produzido como commodity, desta forma não preserva características regionais, de manejo e processamento da matéria prima no produto final. A produção de cafés especiais é uma alternativa competitiva aos produtores devido agregação de valor ao produto (LEÃO; DE PAULA, 2010). Existem consumidores que buscam produtos diferenciados, principalmente pela qualidade da bebida, mas também se interessam por produtos que garantam a ausência de resíduos químicos e se preocupam com o meio ambiente e com o manejo racional da cultura, por exemplo. Deste modo, a agricultura orgânica certificada é uma forma de produção que garante ao consumidor a segurança do produto consumido e que o mesmo é produzido de forma sustentável, preservando assim o meio ambiente.

Em função dessa dependência do produtor convencional, associado à exigência dos mercados, diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro foram desenvolvidos e podem ser encontrados hoje na cafeicultura moderna: a) o principal sistema continua sendo o cultivo convencional a pleno sol, embasado no monocultivo e consumo de insumos intensivos; b) uma alternativa tem sido o café convencional sombreado (agroflorestal), que mantém o uso de insumos externos, mas tem mercados diferenciados de compradores; c) o sistema SAT (sem agrotóxico) é fundamentado na não utilização de agrotóxicos, o que representa um passo para outros sistemas menos agressivos e mais sustentáveis; d) o sistema natural, cujas práticas estão baseadas em conceitos ecológicos e trata de manter o sistema de produção igual aos encontrados na natureza e e) o cultivo orgânico, que também pode ser sombreado ou a pleno sol,

fundamentado em princípios agroecológicos e de conservação dos recursos naturais (RICCI; ARAÚJO; FRANCH, 2002).

A planta de café pode ser hospedeira de uma ampla gama de artrópodes, sendo considerado praga-chave da cultura o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), ocasionando grandes perdas (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

A aplicação indiscriminada de agrotóxicos tem levado os agroecossistemas ao desequilíbrio, uma vez que estes não matam somente os insetos ou organismos considerados pragas, mas também os inimigos naturais, que mantêm o equilíbrio das populações, por meio do controle biológico (FERNANDES, 2013).

Segundo Machado et al., (2014), a dinâmica populacional das pragas do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo e também devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema. Os inimigos naturais, especialmente predadores e parasitoides, são importantes organismos que contribuem na regulação populacional desses insetos-praga em cafezais (SOUZA; REIS, 2000; FERNANDES, 2013).

Vários trabalhos indicam que os agroecossistemas cafeeiros têm recebido atenção por sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade (TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009; FERREIRA, 2010). Os autores demonstram que os sistemas de produção alternativos ao convencional são potencialmente importantes para a conservação de espécies (TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2008; FERREIRA, 2010). Landis, Wratten e Gurr (2000) afirmam que estes agroecossistemas contribuem também para a redução da ocorrência de pragas e abrigo de inimigos naturais, em função do maior número de espécies vegetais encontradas nestes locais.

De acordo com Melo et al. (2007), os himenópteros parasitoides contribuem de forma efetiva na regulação das populações de muitos insetos prejudiciais ao cafeeiro, podendo ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas. Relacionado a *L. coffeella*, na região Neotropical, foram registrados 20 gêneros e 23 espécies de Eulophidae e seis gêneros e sete espécies de Braconidae (LOMELI-FLORES, 2007). Dessa forma, tanto os predadores como os microhimenópteros parasitoides exercem importante papel na regulação dessa praga, sendo indispensáveis para a agricultura orgânica, devido à proibição do uso do controle químico.

A dinâmica populacional do bicho-mineiro bem como a de seus inimigos naturais já foi estudada em sistemas convencionais de cultivo do cafeeiro, no entanto, em cultivos convencionais em processo de transição para agroecológicos é pouco conhecida. A transição agroecológica vem demonstrando que, quanto mais um agroecossistema se aproxima do

ecossistema natural, mais este tende ao equilíbrio. Segundo Fernandes (2013), o reconhecimento e a identificação das diferentes espécies da entomofauna associada à cafeicultura, em especial as pragas e seus inimigos naturais e a relação existente entre eles são de grande importância para se propor e estabelecer estratégias alternativas e ecologicamente sustentáveis para o manejo de pragas. Desse modo, espera-se que a incidência e parasitismo do bicho-mineiro sejam variáveis nos diferentes sistemas de cultivo, e que a diversificação de agroecossistemas cafeeiros reduza a incidência do bicho-mineiro, além de favorecer a ocorrência dos seus inimigos naturais, especialmente os parasitoides.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi registrar a flutuação populacional do bicho-mineiro do cafeeiro em áreas convencionais e de transição agroecológica, bem como a ação de himenópteros parasitoides na sua regulação. Também foi determinada a abundância, riqueza, diversidade, flutuação populacional e o índice de parasitismo de parasitoides das famílias Braconidae e Eulophidae. A obtenção dessas informações propiciará uma contribuição ao conhecimento da dinâmica populacional do bicho-mineiro, bem como a atuação dos microhimenópteros parasitoides, fornecendo-se assim bases para a recomendação do controle biológico por conservação em cafeicultura no Sul de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características e importância do Cafeeiro

O gênero *Coffea* L. possui cerca de 100 espécies, sendo que *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as únicas cultivadas em grande escala nas variadas regiões cafeeiras do mundo e representam, praticamente, 100% de todo o café comercializado, com o café arábica participando com cerca de 62% na produção mundial e o café robusta com 38% (MATIELLO et al., 2010).

O cafeeiro da espécie *C. arabica* é uma planta tropical de altitude, adaptada a climas úmidos com temperaturas amenas. A temperatura considerada ideal varia de 16 a 23°C e as regiões mais indicadas são aquelas com pluviosidade acima de 1200 mm/ano. É cultivada atualmente nas regiões tropicais com altitudes acima de 500 metros e temperaturas médias anuais de 19 a 22°C (CLARKE; MACRAE, 1985; PEDINI, 2000).

O Brasil é o maior produtor mundial há mais de 150 anos e o café teve grande influência na formação do país e de importantes cidades (COELHO, 2002; RUFINO, 2003). Nas últimas três décadas, o café obteve uma produção média anual de 24,3 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, gerando milhões de empregos diretos e indiretos. Cerca de 70% dos cafeicultores são classificados como pequenos produtores, possuindo no máximo 20 hectares de área de café, responsáveis por 70-80% da renda bruta total desses imóveis. Este grupo detém aproximadamente 30% do parque cafeeiro nacional e o estado de Minas Gerais é o maior produtor de *C. arabica* (MATIELLO et al., 2010).

O café é responsável por significativa geração de divisas para o país, a preços normais rendendo, na exportação, cerca de 3 bilhões de dólares por ano. No campo o café gera maiores benefícios, ocupando mais de 300 mil propriedades (70% pequenas) distribuídas em 11 estados, onde o café constitui a principal fonte de renda. Exigente em mão de obra, os cafezais empregam direta ou indiretamente, quase 3 milhões de pessoas (MATIELLO et al., 2010).

Em 2015, o Brasil produziu cerca de 43,2 milhões de sacas de 60 quilos, respondendo por aproximadamente 30,1% da produção mundial, seguido pelo Vietnã com 19,2%, e Colômbia em terceiro lugar com 9,4%. Na safra de 2015, o estado de Minas Gerais liderou a produção nacional do café com 51,6% da produção total, seguido pelos estados do Espírito Santo (24,8%), São Paulo (9,4%), Bahia (5,4%), Rondônia (4%), e outros estados apresentando menores produções (ABIC, 2015).

O sul de Minas Gerais é a principal região produtora de café do estado, do país e do mundo, além de maior produtora de café orgânico no Brasil (MATIELLO et al., 2010).

A exportação total de café do Brasil atingiu um recorde de 37 milhões de sacas de 60 kg em 2015, obteve US\$ 6,16 bilhões em receitas com as exportações de café . Entre os maiores consumidores do café brasileiro estão os Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica (ABIC, 2015).

2.2 Transição da Cafeicultura Convencional para Agroecológica

A literatura e as experiências bem-sucedidas em agroecologia vêm demonstrando que quanto mais próximo um agroecossistema se aproxima do ecossistema natural, mais tende à sustentabilidade (ALTIERI; NICHOLLS, 2004).

Observa-se crescente procura por alimentos de maior qualidade. Boa parcela dos consumidores está procurando e pagando por produtos livres de resíduos químicos e que não agredam o meio ambiente. A busca por alimentos orgânicos está em crescimento, e o mesmo vale para o café (ORMOND; DE PAULA; FAVERET, 1999; FONSECA, 2005).

O cultivo de café sob o sistema convencional, com utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos de amplo espectro, corresponde à maior parte dos plantios brasileiros (THEODORO, 2001; MATIELLO et al., 2010).

O uso elevado de insumos sintéticos, muitas vezes de alto risco socioambiental, causa a contaminação do ambiente e dos seres vivos através de seus resíduos (ALTIERI, 1999), além de demandarem muito combustível fóssil em seu processo produtivo. Países que adotam o modelo de agricultura convencional intensivo têm apresentado, nas últimas décadas, um declínio na produção e biodiversidade. Devido a isso se observa o crescimento de processos alternativos para a produção agrícola com bases de produção orgânica e sustentável, sem perder os rumos da produtividade e viabilidade econômica (GLIESSMAN, 2005).

A necessidade da redução da dependência do produtor convencional e a exigência do mercado têm proporcionado o desenvolvimento de diferentes sistemas de cultivo e manejo do cafeeiro. Além do sistema convencional de plantio que se baseia no monocultivo a pleno sol e no consumo intensivo de insumos químicos outros sistemas estão sendo adotados, como por exemplo, o café convencional sombreado (agroflorestal), que mantém o uso de insumos externos, mas tem mercados diferenciados de compradores; o sistema SAT - sem agrotóxico ou organo-mineral o qual é fundamentado na não utilização de agrotóxicos; o sistema natural, cujas práticas estão baseadas em conceitos ecológicos e mantém o sistema de produção igual aos

encontrados na natureza e o cultivo orgânico, que também pode ser sombreado ou a pleno sol, fundamentado em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais (RICCI; ARAÚJO; FRANCH, 2002; FERNANDES, 2013).

Conforme Kamiyama (2011) na implantação de um sistema orgânico, a adoção de tecnologias que visam o restabelecimento do equilíbrio ambiental e a melhoria da fertilidade do solo requer um período intermediário em que todas as práticas sejam adotadas. O processo de mudança de manejo é chamado de período de conversão e este varia de acordo com a utilização anterior e a situação ecológica atual, podendo ser de 12 a 36 meses. Segundo o autor, este processo de transição do sistema convencional para o orgânico deve acontecer de forma gradativa.

Penteado (2000) afirma que na agricultura orgânica a área produtiva é um “organismo vivo”, sendo de extrema importância que este organismo seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justo. Afirma ainda que o manejo do solo é realizado de forma diferenciada em relação à agricultura convencional. Neste sistema são feitas adubações e correções que visam introduzir nutrientes que estimulem a maior atividade biológica do solo, conferindo maior equilíbrio e resistência à planta (SERRANO, 1998).

Arranjos produtivos que se aproximam dos biomas locais possuem mais complexidade, resiliência e baixo gasto energético. Porém, os atuais monocultivos caminharam no sentido oposto, para a simplificação dos sistemas (GLIESSMAN, 2005).

No movimento agrícola alternativo, no processo de transição verificam-se dois caminhos: (1) substituição de insumos quando isso se coloca como fim em si mesmo e (2) transformação agroecológica dos sistemas de produção. A primeira diminui consideravelmente o potencial da agricultura sustentável, pois contempla, somente através da simples substituição de insumos, o aspecto ecológico ao oferecer poucas chances de reverter a degradação acelerada dos recursos para a produção futura ou de resolver os problemas de redução do crescimento econômico e do endividamento dos agricultores em todas as partes do mundo, conforme conclui Rosset (1998). Desta forma, um dos grandes desafios para a mudança do modelo convencional de agricultura para um modelo que prioriza as bases ecológicas é estabelecer um processo transitório.

Substituir, diminuir ou mesmo extinguir o uso de insumos sintéticos e tóxicos é insuficiente, sendo necessário apresentar alternativas transitórias que passam pela otimização dos recursos existentes na unidade produtiva, convencimento e potencialização do conhecimento das famílias camponesas e adoção de práticas agroecológicas. Muitas dessas alternativas podem ser utilizadas conjuntamente, de forma aleatória, gradual ou complementar.

2.3 Bicho-Mineiro do Cafeeiro - *Leucoptera coffeella*

O cafeeiro pode ser atacado por um número elevado de artrópodes pragas, que atacam diferentes partes da planta, sendo responsáveis por danos diretos ao fruto, ou mesmo indiretos às plantas, as quais podem acarretar perdas na produção e na qualidade do produto. No Brasil, são mais importantes, como pragas do cafeeiro: o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e a broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) (MATIELLO et al., 2010). De acordo com Reis, Souza e Venzon (2002) os ácaros vermelho, *Oligonychus ilicis* (Tetranychidae) e plano, *Brevipalpus phoenicis* (Tenuipalpidae) são também considerados pragas primárias.

O adulto do bicho-mineiro é um microlepidóptero, cujas mariposas apresentam coloração prateada, medem 6,5 mm de envergadura e possuem asas franjadas, sendo considerada a principal praga do cafeeiro nas regiões de temperaturas mais elevadas e de maior déficit hídrico do Brasil (REIS; SOUZA, 1986; REIS; SOUZA; VENZON, 2002; SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998; MACHADO et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Possui hábito crepuscular noturno (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998), com preferência para voar entre 16 e 20 horas (CONCEIÇÃO, 2005). Durante o dia, as mariposas ocultam-se sob as folhas dos cafeeiros na metade inferior das plantas, procurando ambientes de microclima mais úmido. No crepúsculo, as fêmeas realizam a postura endofítica na parte adaxial das folhas. Uma fêmea, durante a sua vida, é capaz de colocar mais de 50 ovos, em um período embrionário variando de 5 a 21 dias, dependendo das condições de temperatura e umidade (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

Logo após a eclosão, as lagartas perfuram a cutícula e a epiderme superior da folha que se encontra em contato com o ovo, penetrando diretamente no parênquima paliçádico onde permanecem se alimentando de células desse tecido até o abandono para transformação em crisálida. Em uma única lesão, podem ser encontradas uma ou mais lagartas e a presença de mais de uma lagarta deve-se à coalescência das lesões (REIS; SOUZA; MELLES, 1984). As regiões destruídas vão secando e a área atacada vai aumentando com o próprio desenvolvimento da lagarta. É no período larval, portanto, que o bicho-mineiro causa injúrias às plantas (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

As minas têm formato arredondado e coloração castanho-clara, com o centro das lesões mais escuro, resultado do acúmulo de excreções; a epiderme do limbo superior, no local da lesão, destaca-se com facilidade (REIS; SOUZA, 1998).

Este inseto é favorecido por sistemas agrícolas em condições climáticas de baixa umidade relativa e temperatura elevada. As injúrias são provocadas pelas lagartas e estas afetam a produtividade devido à redução da área foliar, e em altas infestações provocam desfolha nas plantas. Na região Sul de Minas Gerais foi constatado uma redução de 50% na produção devido a 67% de desfolha ocorrida em outubro, época de floração do cafeeiro (REIS; SOUZA, 2002; SOUZA; REIS, 2000)

2.4 Inimigos naturais de *Leucoptera coffeella*

Souza e Reis (2000) afirmaram que a dinâmica populacional do bicho-mineiro do cafeeiro varia em função das regiões de cultivo, devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema cafeeiro. Em relação aos fatores bióticos, os inimigos naturais, predadores, parasitoides e entomopatógenos (vírus, bactérias e fungos) são importantes organismos que contribuem na regulação deste inseto-praga (ECOLE et al., 2002).

No Brasil, o bicho-mineiro-do-cafeeiro é predado por diversos artrópodes como por exemplo, os ácaros e os tripses que predam ovos, vespas que predam larvas e crisopídeos que predam pupas. Associado ao bicho-mineiro já foram descritas 28 espécies de parasitóides, dez de vespas predadoras e uma de crisopídeo (ECOLE et al., 2002; REIS; SOUZA; VENZON, 2002; LOMELI-FLORES, 2007).

As vespas (Hymenoptera: Vespidae) destacam-se no controle biológico do bicho-mineiro, sendo que em Minas Gerais, as espécies de vespídeos responsáveis pelo controle natural do bicho-mineiro são *Apoica pallens* (Fabricius, 1804); *Brachygastra lecheguana*, (Latreille, 1824); *Polistes versicolor* (Olivier, 1791), *Polybia paulista* (Ihering, 1896); *Polybia scutellaris* (White, 1841), *Protonectarina sylveirae*, (Saussure, 1854); *Protopolybia exígua* (Saussure, 1854), *Synoeca surinama cyanea* (Fabricius, 1775) e *Eumenes* sp. (SOUZA; BERTI FILHO; REIS, 1980; GUSMÃO et al., 2000; FRAGOSO et al., 2001). As espécies *P. sylveirae*, *B. lecheguana*, *S. surinama cyanea*, *P. scutellaris* e *Eumenes* sp são as de maior relevância (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998; LEITE et al., 2001; PEREIRA, 2002).

As vespas predadoras possuem o aparelho bucal do tipo mastigador, e com isso têm a capacidade de romper a mina (epiderme da folha) tanto na face superior como a inferior da folha do café, manipular e retirar a lagarta do bicho-mineiro para alimentação. Esses predadores são capazes de localizar e atacar lesões de diversos tamanhos (REIS; SOUZA; MELLES, 1984) e assim contribuir diretamente com o controle biológico.

A ação dos inimigos naturais sobre a praga contribui para a manutenção da população do inseto abaixo do nível de dano econômico. Apesar de ser intenso o número de casos de parasitismos nas lagartas de bicho mineiro, sua eficiência é menor que aquela proporcionada pela ação de insetos predadores. Segundo Souza e Reis (2000) em Minas Gerais, o controle biológico do bicho mineiro por predadores ocorre principalmente por vespas sociais, podendo chegar a uma eficiência de 70%, enquanto o parasitismo, no Sul de Minas, apresenta cerca de 19% de eficiência no controle da praga (FERNANDES, 2013).

2.4.1 Himenópteros Parasitoides

O parasitismo natural das lagartas de bicho-mineiro é exercido por um grande número de espécies de microhimenópteros, que são capazes de parasitar larva ou pupa. Estes põem um ovo sobre as lagartas do bicho-mineiro, dentro das minas; a larva eclode e se alimenta da lagarta, matando-a. A larva do parasita se transforma em pupa dentro da mina, onde posteriormente, sai o adulto. Os adultos parasitoides são de vida livre e se alimentam de néctar e pólen (MATIELLO et al., 2010).

Das 28 espécies conhecidas de parasitoides do bicho-mineiro, 13 ocorrem no Brasil (REIS; SOUZA; VENZON, 2002), destacando-se as vespas das famílias Braconidae e Eulophidae (FERNANDES, 2013). A mortalidade do bicho mineiro causada por parasitoides pode variar entre 10% e 27 % (LOMELI-FLORES; BARREIRA; BERNAL, 2009; REZENDE et al., 2014). Em Minas Gerais, estima-se que o controle biológico do bicho-mineiro por parasitoides esteja em torno de 16 a 20 % (REIS; LIMA; SOUZA, 1975; FERNANDES, 2013).

Relacionado a *L. coffeella*, na região Neotropical, foram registrados 20 gêneros e 23 espécies de Eulophidae e seis gêneros e sete espécies de Braconidae (LOMELI-FLORES, 2007). No Brasil foram relatados os seguintes gêneros e espécies: *Centistidea striata* Pentead-Dias, 1999; *Colastes letifer* = *Stiropius letifer* (Mann, 1872); *Choreborogas* sp., *Eubadizon punctatus* Ratzeburg, 1852; *Mirax insularis* Muesebeck, 1937; *Mirax* sp., *Orgilus niger* Pentead-Dias, 1999 e *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, 1999 entre os braconídeos. Os microhimenópteros da família Eulophidae relatados no país são: *Cirrospilus* sp., *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1913; *Eulophus cemiostomastis* Mann, 1872; *Horismenus aenicollis* Ashmead, 1904; *Horismenus cupreus* (Ashmead, 1894); *Horismenus* sp., *Proacrias coffeae* Ihering, 1914; *Tetrastichus* sp., e *Ionympha* sp. como nova espécie relacionada à *L. coffeella*. Essas espécies foram coletadas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio de

Janeiro, sendo que algumas espécies foram ausentes em determinados estados (MENDES, 1940; VILLACORTA, 1975; PARRA et al., 1977; SOUZA, 1979; CARNEIRO FILHO; GUIMARÃES, 1984; AVILÉS, 1991; REIS; SOUZA, 2002; PERIOTO et al., 2004; MIRANDA, 2009; PERIOTO et al., 2009).

Segundo Fernandes (2013) na literatura existe um número significativo de artigos que referenciam as famílias de parasitoides de *L. coffeella* em diversas regiões do Brasil, sobretudo em sistemas convencionais e orgânicos. Uma análise desses artigos revelou que não existe uma predominância de um grupo mais abundante e/ou mais rico, se Braconidae ou Eulophidae.

Em Minas Gerais, Ecole (2003) e Amaral et al. (2010), afirmaram que o grupo de parasitoides do bicho-mineiro mais abundante foi Braconidae. Parra et al. (1977) e Melo et al. (2007) relataram para o estado de São Paulo e Bahia respectivamente, maior riqueza e maior abundância de eulofídeos em relação aos braconídeos. Para o sul de Minas Gerais, Fernandes (2013), constatou uma maior riqueza de espécies de Eulophidae em relação à Braconidae. Quanto à similaridade (análise de Cluster), verificou que convencional e orgânico foram mais semelhantes e menor similaridade em orgânico e natural em relação as espécies encontradas. Segundo o autor, possivelmente as condições locais, como o microclima, o sistema de cultivo, a composição de plantas espontâneas e a proximidade de fragmentos florestais podem interferir nesta proporção ou distribuição das famílias de parasitoides.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição das áreas experimentais dos sistemas de cultivo convencional, e de transição para orgânico pleno sol, orgânico agroflorestal e sat-sem agrotóxico

Os levantamentos foram realizados em vinte e quatro talhões de café totalizando uma área de 6,0 ha, em áreas de reforma agrária, nos municípios de Campo do Meio e Guapé, sul do estado de Minas Gerais, Brasil, em um período de vinte e dois meses. As áreas estudadas possuem cafezais convencionais e em processo de transição (convencional para agroecológico). Os Assentamentos Primeiro do Sul e Santo Dias estão localizados nos municípios de Campo do Meio e Guapé respectivamente. Conforme a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), essas cidades pertencem à mesorregião do Sudoeste Mineiro e à Microrregião de Furnas. O Projeto de assentamento Primeiro do Sul (Campo do Meio, MG) existe desde 1997 e está localizado na antiga Fazenda Jatobá (coordenadas $21^{\circ} 7' 22.65''$ S; $45^{\circ} 55' 43.54''$ O) situado à 310 km de Belo Horizonte e a 13 km do centro do município. Já o Assentamento Santo Dias (Guapé, MG), existe desde 2006 e está localizado na antiga Fazenda Capão Quente (coordenadas $20^{\circ} 49' 57.15''$ S; $46^{\circ} 1' 3.34''$ O), situado a 281 km de Belo Horizonte, a 23,4 km do centro do município e 5,4 km da comunidade mais próxima (Aparecida

Figura 1 - Localização das áreas experimentais, Municípios de Campo do Meio e Guapé, MG. Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



do Sul). Estes assentamentos se caracterizam por ter como principal fonte de renda o plantio do café cultivado no sistema convencional, ou seja, monocultivo a pleno sol.

3.2 Implantação das Unidades Demonstrativas de Transição

Foram estudadas 24 áreas com lavouras de café já implantadas e em produção, sendo 16 áreas no município de Campo do Meio e 8 no município de Guapé, visto que ali os assentados não cultivam café no sistema convencional (TABELA 1). Em cada área ou lavoura foi demarcado, por meio de um aparelho GPS, um talhão com área aproximada de um quarto de ha (2500 m²). Foram estudados quatro arranjos produtivos diferentes, com seis repetições cada um, sendo eles: café convencional, sem agrotóxico (SAT), orgânico e agroflorestal orgânico, totalizando assim 24 talhões.

Nos talhões demarcados para o estudo do arranjo produtivo convencional (seis áreas) foram mantidas todas as práticas de manejo já adotadas pelo produtor. Estas áreas serviram de parâmetros ou testemunhas para os demais arranjos que foram estudados.

Nas demais áreas foram realizadas a transição agroecológica, sendo que essas se encontravam em processo de transição desde novembro de 2012 e fizeram parte de um projeto de pesquisa e extensão finalizado em dezembro de 2014. Em comum acordo com os produtores, nas áreas em processo de transição da cafeicultura convencional para a agroecológica, foram adotadas as seguintes práticas de manejo: substituição do controle químico para o manejo das pragas, das doenças e das plantas espontâneas pela utilização de calda fitoprotetora (Viçosa) e roçadas manuais ou mecânicas.

No arranjo produtivo SAT, as práticas de adubação, já utilizadas pelo produtor, foram mantidas, no entanto, a utilização do controle químico para o manejo das pragas, das doenças e das plantas espontâneas foi substituído.

No sistema produtivo orgânico, a adubação baseada na utilização de fertilizantes químicos sintéticos foi substituída pela utilização de adubos orgânicos via solo e via foliar. Como fonte de nitrogênio foi utilizado Farelo de leguminosa (7,2% de N) mais micronutrientes na dosagem de 5,0 toneladas por hectare ou Composto Terra de Cultivo mais farinha de osso, 5,0 ton./ha. A fonte de potássio foi o K-Mag (21% de k; 21% de S e 10% de Mg) na quantidade de 1200 kg/ha. Para a fonte de fósforo foi utilizado o fosfato Natural reativo de Bayòvar (14% de P e 32% de Ca) na quantidade de 335 kg/ha.

Tabela 1 - Talhões experimentais utilizados (área de 0,25 ha cada um) para o levantamento da ocorrência e parasitismo do bicho-mineiro, e himenópteros parasitoides a respectiva área e cultivares de café. Municípios de Campo do Meio e Guapé, MG. Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.

Município Sistemas	Talhão (coordenadas)	Altitude	Cultivares
Campo do Meio Convencional	1) 21°07'06.35"S/45°55'56.04"O	840m	Mundo Novo
	2) 21°07'02.18"S/45°55'43.94"O	861m	Mundo Novo
	3) 21°07'02.6"S/45°55'45.9"O	857m	Mundo Novo
	4) 21°06'56.47"S/45°57'04.05"O	793m	Mundo Novo
	5) 21°07'25.51"S/45°55'39.89"O	833m	Mundo Novo
	6) 21°07'41.54"S/45°55'20.93"O	843m	Mundo Novo
Campo do Meio Orgânico Sombreado	7) 21°07'04.6"S/45°55'27.7"O	853m	Mundo Novo
	8) 21°07'29.80"S/45°56'13.67"O	835m	Mundo Novo
	9) 21°07'55.95"S/45°55'46.39"O	862m	Icatu Amarelo
Campo do Meio Orgânico Pleno Sol	10) 21°07'10.68"S/45°55'45.54"O	827m	Mundo Novo
	11) 21°07'00.1"S/45°55'44.2"O	864m	Mundo Novo
	12) 21°06'58.08"S/45°57'04.16"O	799m	Mundo Novo
Campo do Meio SAT	13) 21°08'05.4"S/45°55'49.81"O	904m	Mundo Novo
	14) 21°07'36.05"S/45°55'32.02"O	834m	Mundo Novo
	15) 21°06'55.99"S/45°56'07.55"O	873m	Mundo Novo
	16) 21°06'56.68"S/45°56'06.90"O	871m	Mundo Novo
Guapé Orgânico Pleno Sol	1) 20°49'28.97"S/46°01'25.22"O	968m	Catuai
	2) 20°50'54.73"S/46°01'10.58"O	1018m	Catuai
	3) 20°49'39.92"S/46°00'35.88"O	978m	Catuai
Guapé Orgânico Sombreado	4) 20°50'54.73"S/46°01'10.58"O	1018m	Catuai
	5) 20°49'39.92"S/46°00'35.88"O	978m	Catuai
	6) 20°50'06.93"S/46°00'59.59"O	1010m	Catuai
Guapé SAT	7) 20°49'39.92"S/46°00'35.88"O	978m	Catuai
	8) 20°50'06.93"S/46°00'59.59"O	1010m	Catuai

Para adubação foliar foi utilizada a Calda Viçosa que fornece nutrientes para as plantas além de auxiliar na prevenção e manejo de pragas e doenças. Como fonte de nutrientes foram utilizados: Bórax (15 a 30 kg/ha), Sulfato de cobre Tribásico (15 a 35 kg/ha), Sulfato de zinco (15 a 35 kg/ha) e Sulfato de manganês (15 a 35 kg/ha). Foram ainda estimulados ao uso de composto orgânico e biofertilizantes produzidos pelos próprios produtores assentados por meio do curso de qualificação que receberam.

Para a correção do solo foi utilizado como fonte de cálcio o calcário calcítico (54% Ca – PRNT 95%). A adubação verde foi realizada utilizando-se as leguminosas crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e guandu anão (*Cajanus cajan*) nas entrelinhas do cafeeiro seguindo as recomendações técnicas de plantio e manejo das empresas fornecedoras das sementes.

Para o sistema de transição orgânico sombreado foram utilizadas as mesmas práticas de adubação, manejo de pragas, doenças e das plantas espontâneas que o cultivo orgânico. No

entanto, nestas áreas foram implantadas espécies vegetais para arborização. Optou-se pela planta frutífera abacateiro por ser esta planta recomendada para uso em cafeeiros em sistemas agroflorestais e por também poder ser explorada economicamente pelas famílias dos produtores.

Toda recomendação de adubação e correção do solo foram feitas mediante análise de solo seguindo as orientações do Departamento Técnico da Cooperativa de Produtores Familiares de Poço Fundo (COOPFAM) além do apoio logístico e técnico das demais instituições parceiras.

3.3 Amostragens

As amostragens das populações de himenópteros parasitoides e da incidência e parasitismo do bicho-mineiro foram realizadas mensalmente nos sistemas de cultivo convencional (CONV), e de transição para orgânico pleno sol (T.OS), orgânico sombreado (T.OSB) e sem agrotóxico (T.SAT).

3.3.1 Amostragem das populações do bicho-mineiro

A ocorrência do bicho-mineiro do cafeeiro foi verificada em função da porcentagem de folhas minadas. A técnica de monitoramento utilizada foi a comum destrutiva com a coleta das folhas.

Foram estabelecidos 10 pontos de amostragem em cada sistema de cultivo/área e em cada ponto foram retiradas, ao acaso, cinco folhas por planta, do 3º ou 4º par, no terço médio das plantas (REIS; SOUZA, 1998).

Estas foram acondicionadas e levadas ao laboratório de Entomologia do IFULDEMINAS - Campus Machado para avaliação da infestação. A porcentagem de infestação foi determinada a partir da fórmula:

$$\% \text{ infestação} = \frac{\text{número de folhas minadas}}{\text{número total de folhas avaliadas}} \times 100$$

3.3.2 Amostragem das populações de himenópteros parasitoides e avaliação do índice de parasitismo

Foram coletadas aleatoriamente 10 folhas com minas intactas em cada talhão, retirando-se uma folha do 3º ou 4º par por planta, dos terços médio e superior. No laboratório, essas folhas foram individualizadas em sacos plásticos (15 x 5 cm) fechados com fita adesiva e grampos e mantidas no laboratório de Entomologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Machado, em condições ambientes, por um período de 40 dias, durante o qual os parasitoides emergidos foram coletados. Estes foram contabilizados e conservados em álcool 70% para identificação específica. A identificação dos parasitoides foi realizada até o nível de espécie, quando possível, com acompanhamento do Dr. Luís Cláudio P. Silveira, do Departamento de Entomologia – UFLA, especialista neste grupo de insetos. A chave de identificação utilizada foi concedida pelo professor Dr. Roberto Antonio Zucchi (ESALQ/USP).

O índice de parasitismo de *L. coffeella* foi determinado pela fórmula:

$$\% \text{ parasitismo} = \frac{\text{número de parasitoides} \times 100}{\text{número de minas intactas}}$$

3.4 Registro meteorológico

Foram registradas as médias pluviométricas e de temperatura dos meses de janeiro de 2013 a dezembro de 2014 (médias históricas), obtidas na Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ), para o município de Campos Gerais, MG, distante aproximadamente 30 quilômetros das áreas estudadas em Campo do Meio. Para o município de Guapé os dados de precipitação e temperatura nos períodos avaliados foram obtidos na Estação meteorológica localizada na cidade de Carmo do Rio Claro, distante aproximadamente 85 quilômetros do município de Guapé.

3.5 Análise faunística e estatística

Os dados dos diferentes sistemas de cultivo foram analisados. Foram determinados os índices riqueza de espécies (S) que é o número total de espécies e morfoespécies coletadas; índice de abundância segundo Lamshead, Platt e Shaw (1983), calculado a partir das médias de cada espécie por amostra; índice de diversidade (H') segundo Shannon e Weaver (1949),

que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada espécie em relação às demais; índice de similaridade calculado pela análise de Cluster, segundo Pielou (1984), que indica quão semelhantes dois substratos podem ser com relação às espécies encontradas; análise não métrica multidimensional (*nonmetric multidimensional scaling* NMDS, segundo Hammer et al. 2001), utilizando o índice de Bray-Curtis como medida de similaridade na matriz de associação, criando uma imagem dos grupos de tratamentos e suas distâncias de similaridade, e a análise de variância de similaridades (ANOSIM, segundo Clarke, 1993). Também foi feita a curva de acumulação de indivíduos e as curvas de rarefação (GOTELLI; COLWELL, 2001). Foram utilizados os softwares Past[®] (HAMMER; HARPER; RIAN, 2001) e EstimateS[®] (COLWELL, 2005).

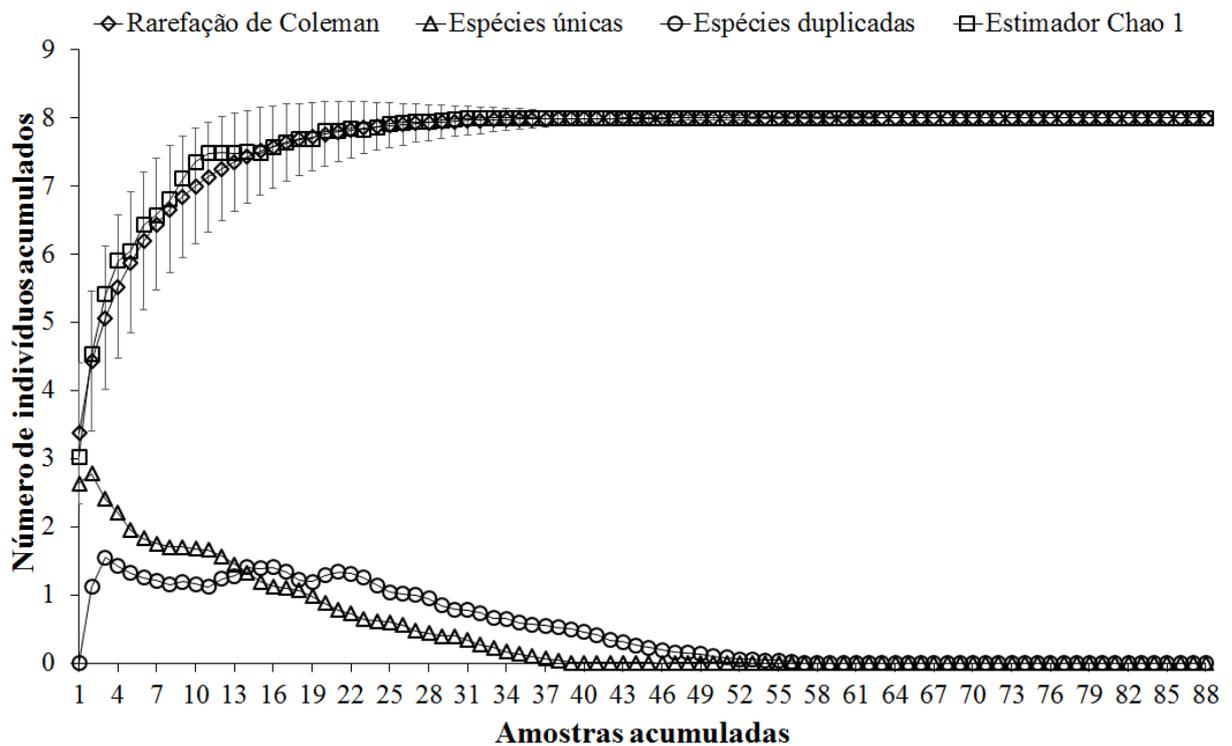
Com os dados de riqueza e abundância de espécies foram calculadas a curva acumulada de indivíduos, a curva do coletor (Coleman), a curva de espécies únicas e duplicadas e o estimador de riqueza Chao 1, que se baseia na riqueza e na abundância de espécies. Os índices de abundância, riqueza, diversidade H', parasitismo e de infestação, e bem como os dados dos principais táxons de parasitoides coletadas nos quatro sistemas, foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias, e analisados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade de 5% ($p < 0,05$), utilizando o software Statistica[®] (STATSOFT, 2004).

4 RESULTADOS

4.1 Análises faunísticas

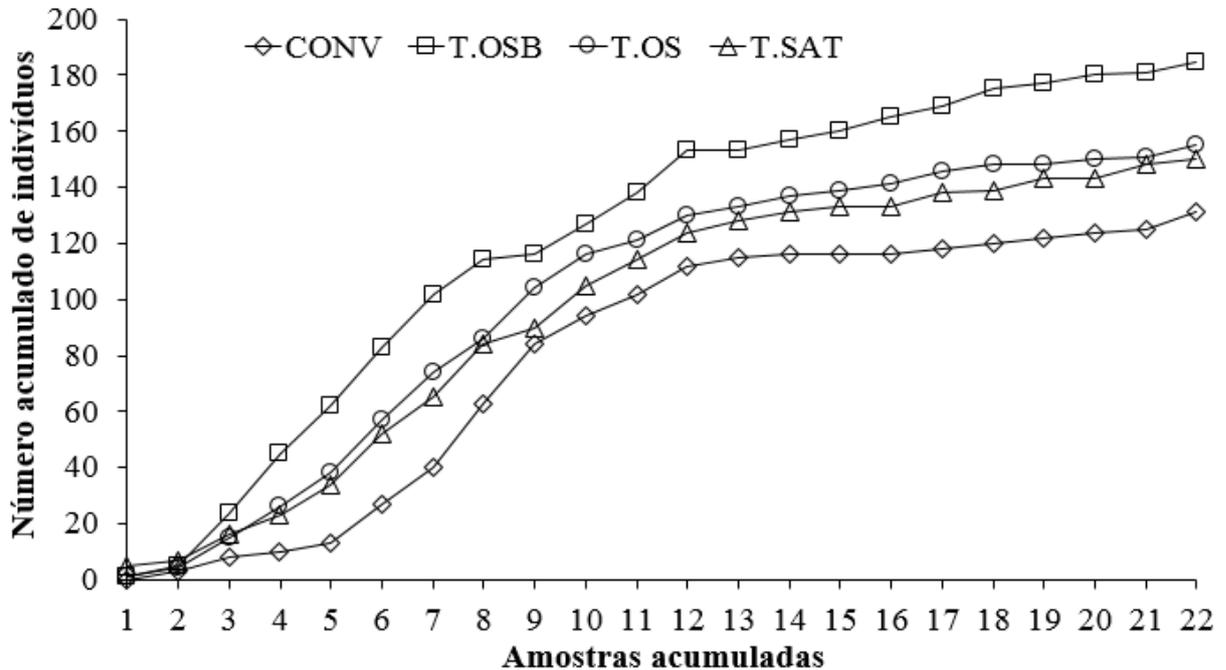
Analisando-se as curvas de rarefação para os dados de todas as coletas (FIGURA 2) verifica-se que ocorreu a estabilização da curva de Rarefação de Coleman, sobretudo porque as curvas de espécies únicas e duplicadas se encontram ao final das amostras, indicando o esgotamento da presença de novos táxons nas áreas como um todo. Isso foi confirmado pelo estimador de riqueza Chao 1.

Figura 2 - Curvas de rarefação de espécimes de parasitoides coletados em quatro sistemas cafeeiros: cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014. Campo do Meio e Guapé, MG.



A curva de acumulação de indivíduos para cada um dos quatro sistemas (FIGURA 3) indicou maior acréscimo de indivíduos no início e com o decorrer das amostragens o acúmulo diminuiu, porém observaram-se diferenças nessa acumulação entre eles. Em ordem decrescente, acumularam mais indivíduos, de maneira mais rápida, os sistemas T.OSB, T.OS, T.SAT, CONV.

Figura 3 - Curva de acumulação de indivíduos parasitoides coletados em quatro sistemas cafeeiros: cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014. Campo do Meio e Guapé, MG.



4.2 Análises de Cluster e ordenação, por escalonamento não-métrico (NMDS)

Com relação à similaridade entre os sistemas, a análise de Cluster indica que o CONV foi o mais diferente, apresentando uma menor similaridade (74,82%) entre os demais sistemas em transição, entretanto T.OS apresentou uma semelhança de 87,21% entre os pares T.SAT e T.OSB, e os mais semelhantes (89,55%) foram T.SAT e T.OSB (FIGURA 4).

A análise de ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) sugere alto grau de similaridade entre os himenópteros parasitoides que habitam os sistemas (FIGURA 5), pois não se observa a formação de grupos isolados. O teste ANOSIM também não foi significativo, o que comprova o observado pela NMDS, não havendo diferença entre as de similaridade dos táxons coletados nos diferentes sistemas.

Figura 4 - Diagrama da análise de Cluster (índice de Bray-Curtis) indicando as similaridades entre quatro sistemas cafeeiros: (*Coffea arabica*) conduzidos nos sistemas de cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014. Campo do Meio e Guapé, MG.

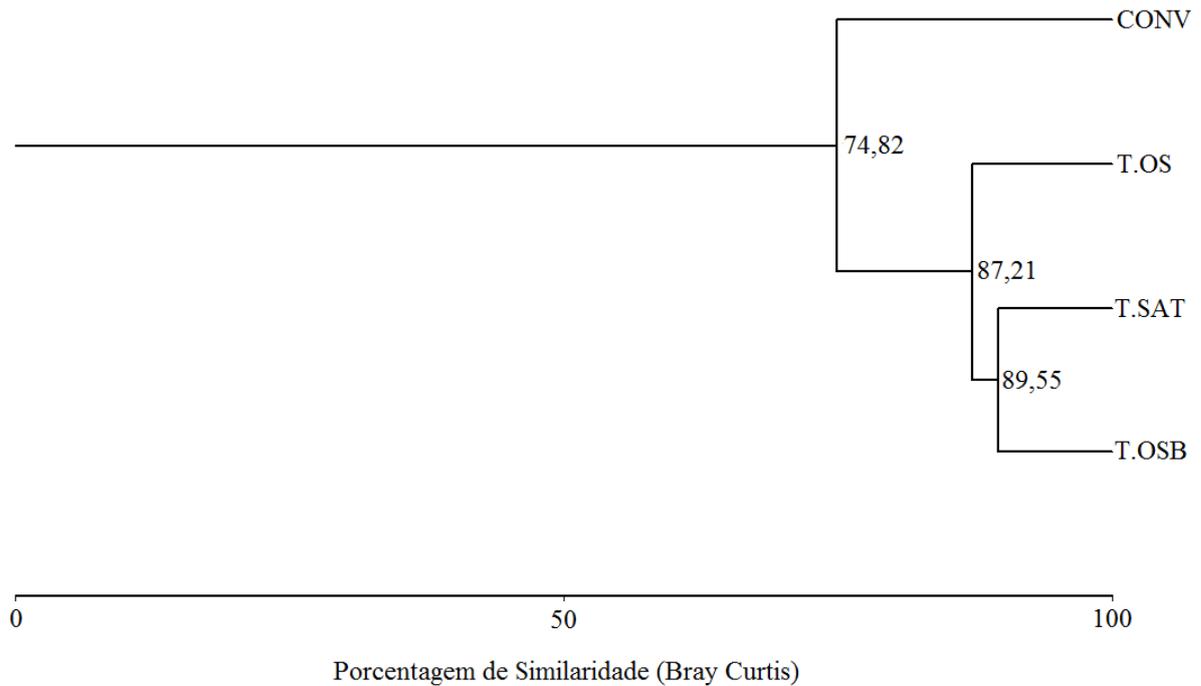
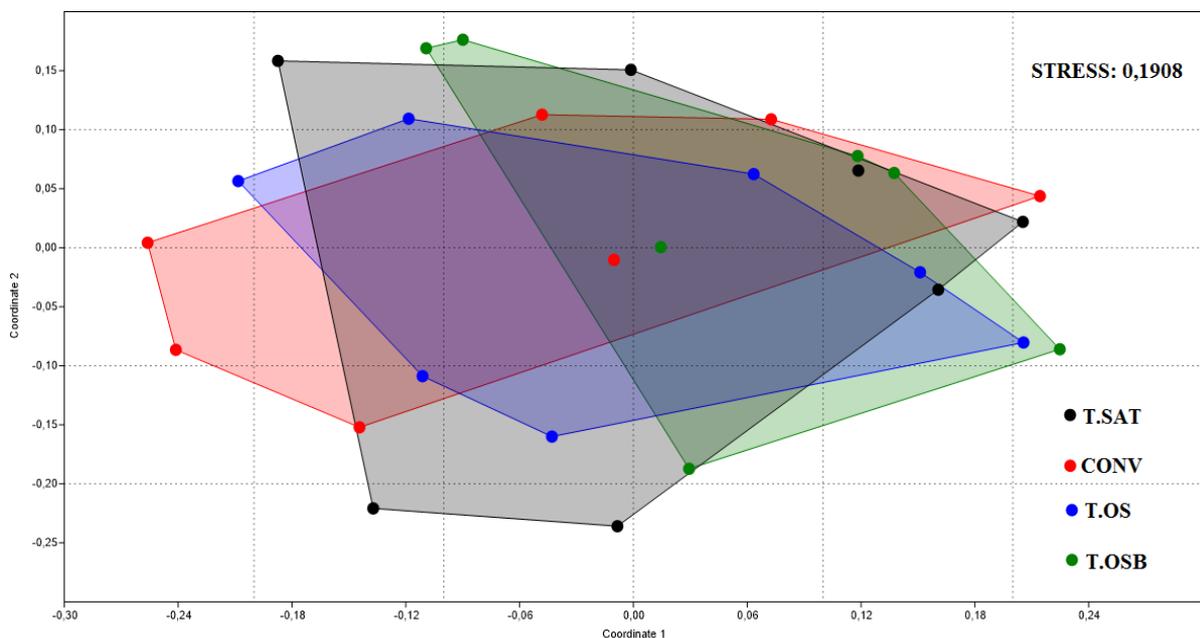


Figura 5 - Representação gráfica da ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, baseada nas abundâncias dos táxons de parasitoides presentes nos sistemas de cultivo cafeeiro: convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014. Campo do Meio e Guapé, MG.



4.3 Riqueza, abundância e diversidade de parasitoides

Foram coletados 420 braconídeos e 201 eulofídeos, pertencentes a três e cinco táxons diferentes respectivamente, listados a seguir: *Orgilus niger* Pentead-Dias, 1999, *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, 1999 e *Centistidea striata* Pentead-Dias, 1999 (Braconidae) (FIGURA 6); *Proacrias coffeae* Ihering, 1913, *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1914, *Horismenus aeneicollis* Ashmead, 1904 (FIGURA 7) e *Cirrospilus* sp.1 e sp.2 (Eulophidae) (FIGURA 8) (QUADRO 1).

Houve maior riqueza de Eulophidae em relação a Braconidae, contudo a abundância de Braconidae foi maior, haja vista ter sido representada por 67,63 % dos exemplares emergidos. De forma geral, em todos os sistemas analisados as espécies que foram mais abundantes foram *Orgilus niger*, *Stiropius reticulatus* e *Proacrias coffeae*, sendo que as outras espécies apresentaram menor abundância.

Observou-se que a abundância e riqueza de parasitoides nos sistemas em transição para orgânico sombreado e pleno sol, tenderam ser maiores, sendo 29,79 % e 24,96% respectivamente, do total coletado foi nestas áreas. Tanto os parasitoides da família Braconidae quanto os da Eulophidae tenderam ser mais abundantes no sistema em transição para orgânico sombreado. Em relação a riqueza de espécies, foram coletados 8 táxons de parasitoides nos cafeeiros em transição para orgânico pleno sol e sombreado e 7 para o convencional e transição para o sem agrotóxico. O sistema de transição para orgânico pleno sol apresentou maior índice de diversidade, porém sem diferenças significativas quando comparado aos demais.

De uma maneira geral, a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides nos diferentes sistemas não foram significativamente diferentes (QUADRO 1).

4.4 Infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro e porcentagem de parasitismo

As porcentagens de infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro (%BMC) e porcentagem de parasitismo (%PAR) não foram diferentes significativamente entre os sistemas estudados (TABELA 2). O sistema T.OSB apresentou maior porcentagem de parasitismo 21,2% em 2013 e, 2014 de 8% quando comparado aos demais, que não diferiram entre si. Em todos sistemas estudados a %BMC não variou consideravelmente de 2013 para 2014, porém nunca atingindo o nível de controle 30% de folhas minadas. A % PAR foi maior em 2013 quando comparado com 2014, em todos os sistemas estudados.

Figura 6 - Braconídeos coletados nos municípios de Campo do Meio e Guapé, MG:
A – *Centistidea striata*; B – *Orgilus niger*; C – *Stiropius reticulatus*. Fotos: Kulian
B.S.C Marques

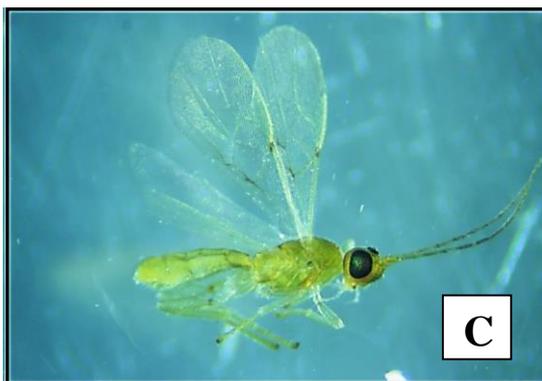
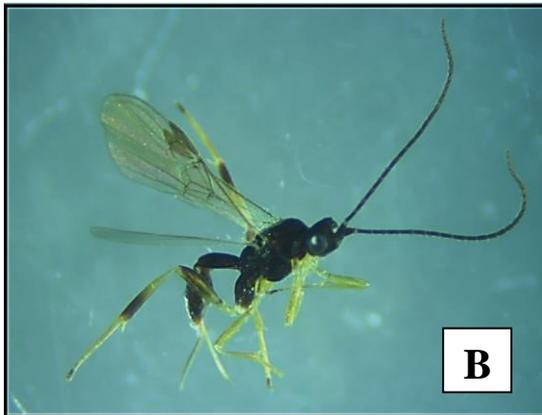


Figura 7 - Eulofídeos coletados nos municípios de Campo do Meio e Guapé, MG:
A – *Closterocerus coffeellae*; B – *Horismenus aeneicolis*; C – *Proacrias coffeae*.
Fotos: Kulian B.S.C Marques

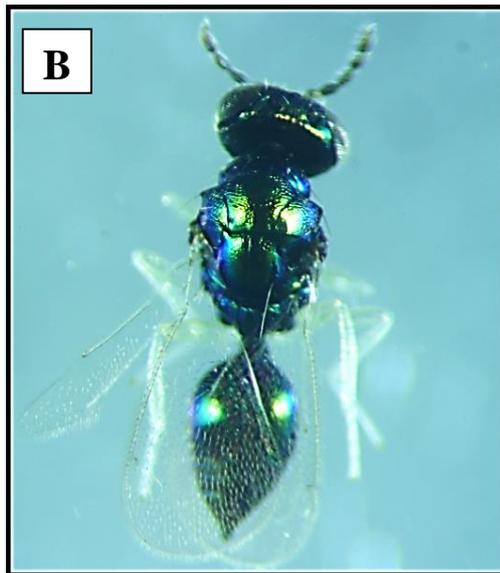
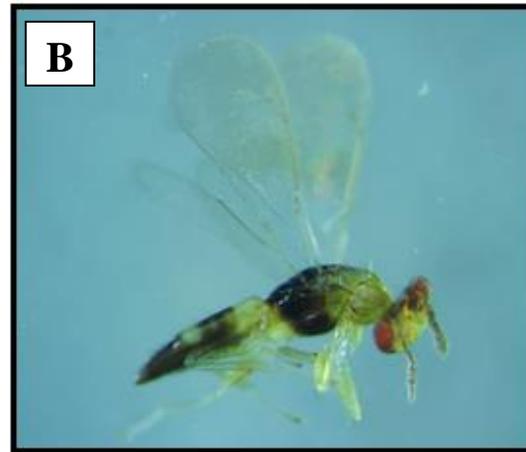


Figura 8 - Eulofídeos coletados nos municípios de Campo do Meio e Guapé, MG:
A – *Cirrospilus* sp.1; B – *Cirrospilus* sp.2. Fotos: Kulian B.S.C Marques



Quadro 1 - Abundância média das espécies de himenópteros parasitoides associados ao bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* em cafeeiros (*Coffea arabica*) em sistemas de cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Campo do Meio e Guapé, MG, Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.

		Sistemas de cultivo de café (n)								
		CONV (132) n.s		T.OSB (132) n.s		T.OS (132) n.s		T.SAT (132) n.s		
Família	Táxons	Total	média (\pm EP)	Total	média (\pm EP)	Total	média (\pm EP)	Total	média (\pm EP)	TOTAL
Braconidae	<i>Centistidea striata</i>	3	0,27 (\pm 0,14)	4	0,36 (\pm 0,20)	10	0,90 (\pm 0,51)	2	0,18 (\pm 0,18)	19
	<i>Orgilus niger</i>	45	4,09 (\pm 1,45)	82	7,45 (\pm 1,87)	63	5,72 (\pm 1,95)	79	7,18 (\pm 2,56)	269
	<i>Stiropius reticulatus</i>	45	4,09 (\pm 1,51)	35	3,18 (\pm 1,06)	26	2,36 (\pm 0,77)	26	2,36 (\pm 0,97)	132
	Total e Média	93	8,45 (\pm 2,82)	121	11,00 (\pm 2,72)	99	9,00 (\pm 2,41)	107	9,72 (\pm 2,81)	420
	% relativa		22,15%		28,80%		23,57%		25,48%	100%
Eulophidae	<i>Cirrospilus sp1</i>	1	0,09 (\pm 0,09)	4	0,36 (\pm 0,20)	5	0,45 (\pm 0,20)	3	0,27 (\pm 0,14)	13
	<i>Cirrospilus sp2</i>	4	0,36 (\pm 0,20)	2	0,18 (\pm 0,12)	3	0,27 (\pm 0,14)	0	-	9
	<i>Closterocerus coffeellae</i>	12	1,09 (\pm 0,47)	8	0,73 (\pm 0,45)	8	0,73 (\pm 0,41)	6	0,55 (\pm 0,21)	34
	<i>Horismenus aeneicollis</i>	0	-	4	0,36 (\pm 0,20)	2	0,18 (\pm 0,12)	3	0,27 (\pm 0,14)	9
	<i>Proacrias coffeae</i>	21	1,90 (\pm 0,68)	46	4,18 (\pm 1,97)	38	3,45 (\pm 1,29)	31	2,82 (\pm 0,87)	136
	Total e Média	38	3,45 (\pm 1,07)	64	5,81 (\pm 2,06)	56	5,10 (\pm 1,53)	43	3,91 (\pm 1,14)	201
	% relativa		18,91%		31,84%		27,86%		21,39%	100%
	ABUNDÂNCIA n.s	131	11,90 (\pm 3,65)	185	16,81 (\pm 4,26)	155	14,10 (\pm 3,51)	150	13,63 (\pm 3,13)	621
	% RELATIVA n.s	21,10%	-	29,79%	-	24,96%	-	24,15%	-	100%
	RIQUEZA n.s	7	3,36 (\pm 0,53)	8	3,91 (\pm 0,39)	8	3,64 (\pm 0,43)	7	3,45 (\pm 0,41)	-
	DIVERSIDADE (H') n.s	1,477	1,00 (\pm 0,13)	1,455	1,06 (\pm 0,08)	1,583	1,01 (\pm 0,11)	1,31	0,84 (\pm 0,11)	-

n.s. Não significativo pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Tabela 2 - Porcentagem média de infestação do bicho-mineiro (%BMC), porcentagem média de parasitismo de minas intactas (%PAR) em cafeeiros (*Coffea arabica*) em sistemas de cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Campo do Meio e Guapé, MG, Fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.

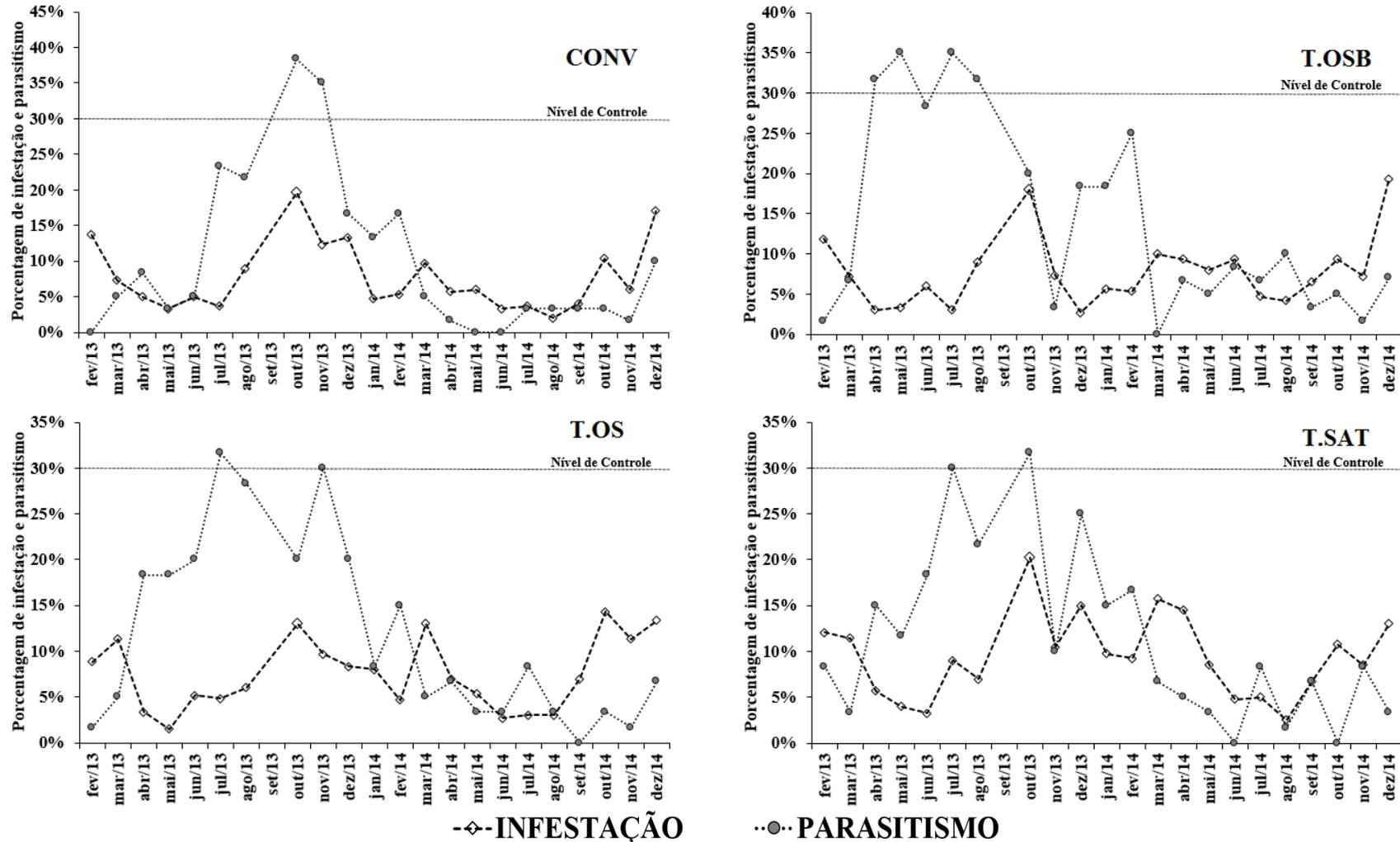
Sistema (n)	Ano	%BMC (\pm EP) n.s	%PAR (\pm EP) n.s
T.OSB (132)	2013	7,10 (\pm 1,54)	21,20 (\pm 4,18)
	2014	8,17 (\pm 1,13)	8,08 (\pm 2,02)
T.OS (132)	2013	7,20 (\pm 1,13)	19,30 (\pm 3,10)
	2014	7,67 (\pm 1,19)	5,33 (\pm 1,15)
T.SAT (132)	2013	9,80 (\pm 1,64)	17,50 (\pm 3,05)
	2014	9,33 (\pm 1,16)	6,25 (\pm 1,55)
CONV (132)	2013	9,20 (\pm 1,72)	15,60 (\pm 4,30)
	2014	6,50 (\pm 1,18)	5,08 (\pm 1,55)

n.s Não significativo na coluna pelo teste de Tukey com $p < 0.05$

Os resultados evidenciaram que em todos os sistemas estudados o bicho-mineiro do cafeeiro ocorreu durante todo período de estudo, porém sem atingir o nível de controle (30%) (FIGURA 9). O maior índice de infestação no sistema convencional (CONV) foi verificado nos meses de outubro/2013 e dezembro/2014, atingindo os valores de 20% e 17%, e os maiores índices de parasitismo (38% e 35%) foram constatados nos meses de outubro/2013 e novembro/2013, respectivamente.

Já no sistema de transição para orgânico sombreado (T.OSB), o maior índice de infestação foi verificado nos meses de outubro/2013 e dezembro/2014, atingindo os valores de 18% e 19%, e os maiores índices de parasitismo (32% e 35%) foram constatados nos meses de abril e agosto/2013, maio e julho/2013, respectivamente. No sistema de transição para orgânico pleno sol (T.OS) o maior índice de infestação foi constatado nos meses de outubro/2013 e outubro/2014, atingindo os valores de 13% e 14% e os maiores índices de parasitismo (32% e 30%) foram verificados nos meses de julho/2013 e novembro/2013, respectivamente. O sistema de transição para o sem agrotóxico (T.SAT) apresentou maior índice de infestação nos meses de outubro/2013 e março/2014, atingindo os valores de 20% e 16%, e os maiores índices de parasitismo (30% e 32%) foram constatados nos meses de julho/2013 e outubro/2013 respectivamente (FIGURA 9).

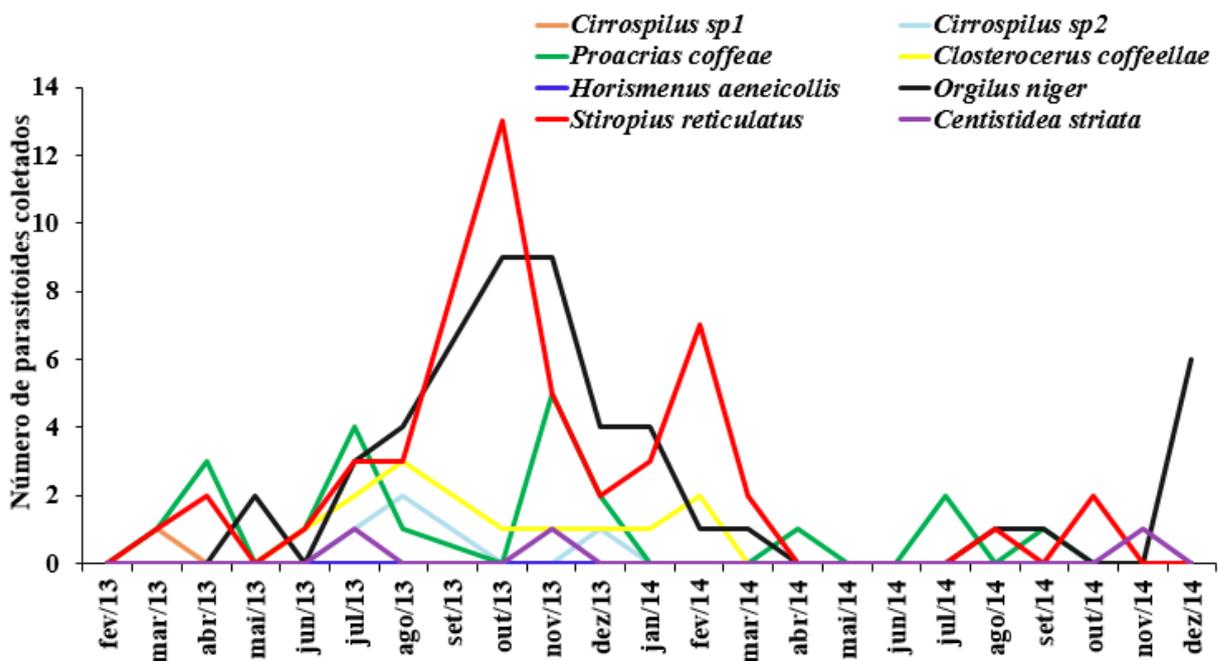
Figura 9 - Variação na porcentagem de infestação (%) e parasitismo (%) do bicho-mineiro em relação ao nível de controle, nos arranjos demonstrativos do sistema de cultivo convencional (CONV) e em transição para orgânico sombreado (T.OSB) e pleno sol (T.OS), e sem agrotóxico (T.SAT). Campo do Meio e Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



4.5 Flutuação populacional dos parasitoides do bicho mineiro

No sistema convencional (CONV), ao longo do período avaliado (fevereiro de 2013 a dezembro de 2014, FIGURA 10), observou-se uma maior abundância do braconídeo *O. niger* com picos populacionais nos meses de outubro e novembro de 2013 e dezembro de 2014, e *S. reticulatus* nos meses de outubro de 2013 e fevereiro de 2014. Já o eulofídeo *P. coffeae* apresentou picos populacionais nos meses de abril, julho e novembro de 2013 e abril e julho de 2014, e *C. coffeellae* nos meses de julho e agosto de 2013 e fevereiro de 2014. Tanto *Cirrospilus* sp1 e sp2 foram pouco abundantes e sua presença foi constatada somente no ano de 2013.

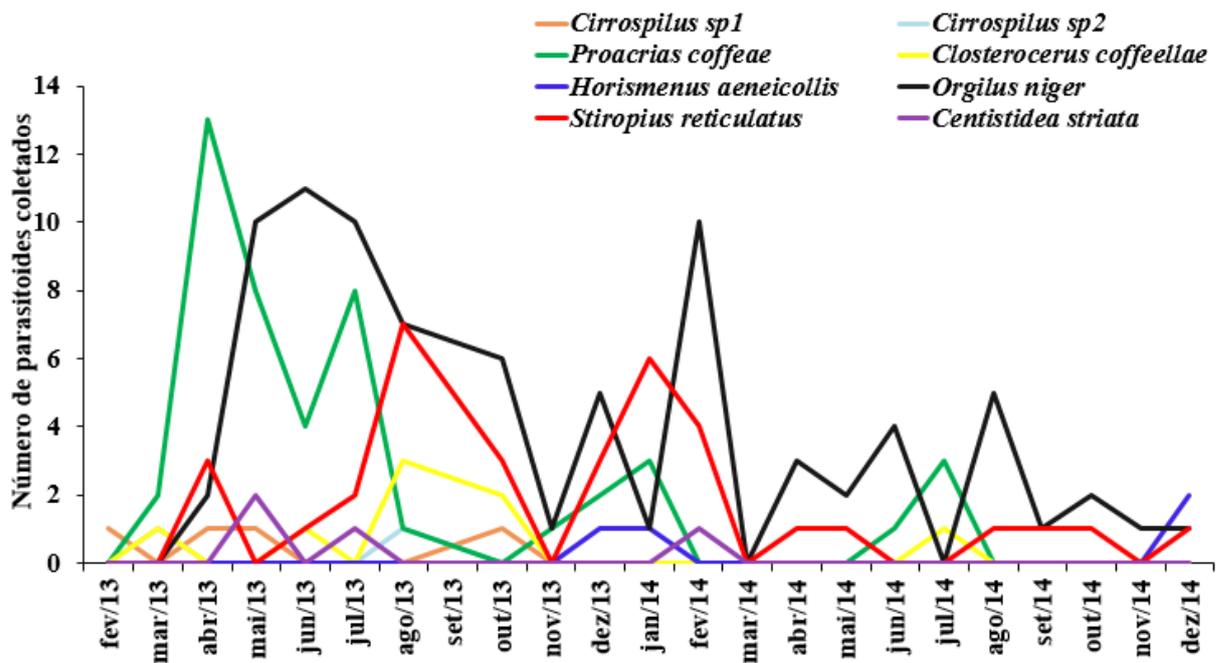
Figura 10 - Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae nos arranjos demonstrativos do sistema convencional (CONV). Campo do Meio e Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



Nesse sistema constatou-se que de julho a outubro de 2013 e fevereiro, março e outubro de 2014 a abundância de *S. reticulatus* foi maior que de *O. niger*, e que a partir do mês de novembro de 2013 até o mês de janeiro e em dezembro de 2014, houve um aumento significativo na abundância deste parasitoide e uma diminuição do *S. reticulatus*. Observa-se também que em abril e julho de 2013 e 2014 o parasitoide *P. coffeae* foi mais abundante que *O. niger* e *S. reticulatus*. Este fato sugere que pode ter ocorrido neste período competição por hospedeiros e alimento entre as espécies.

Nas áreas conduzidas pelo sistema de transição para orgânico sombreado (T.OSB, FIGURA 11), neste mesmo período de avaliação, constatou-se uma maior abundância de *O. niger* nos meses de junho e julho de 2013 e na maioria dos meses de 2014. Já o parasitoide *P. coffeae* foi mais abundante no mês de abril de 2013, apresentando picos populacionais em abril e junho de 2013, e janeiro e julho 2014, e *C. coffeellae* nos meses de agosto e outubro de 2013. *S. reticulatus* nos meses de agosto de 2013 e janeiro de 2014. Porém, neste sistema apresentando numericamente menor abundância estão *Cirrospilus* sp1 e sp2 constatados somente no ano de 2013, *C. striata* observado nos meses de maio e julho de 2013 e fevereiro de 2014, e *H. aeneicollis* que foi observado em 2013 e 2014, e que apresentou maior abundância no mês de dezembro de 2014.

Figura 11 - Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae nos arranjos demonstrativos em transição para o sistema orgânico sombreado (T.OSB). Campo do Meio e Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.

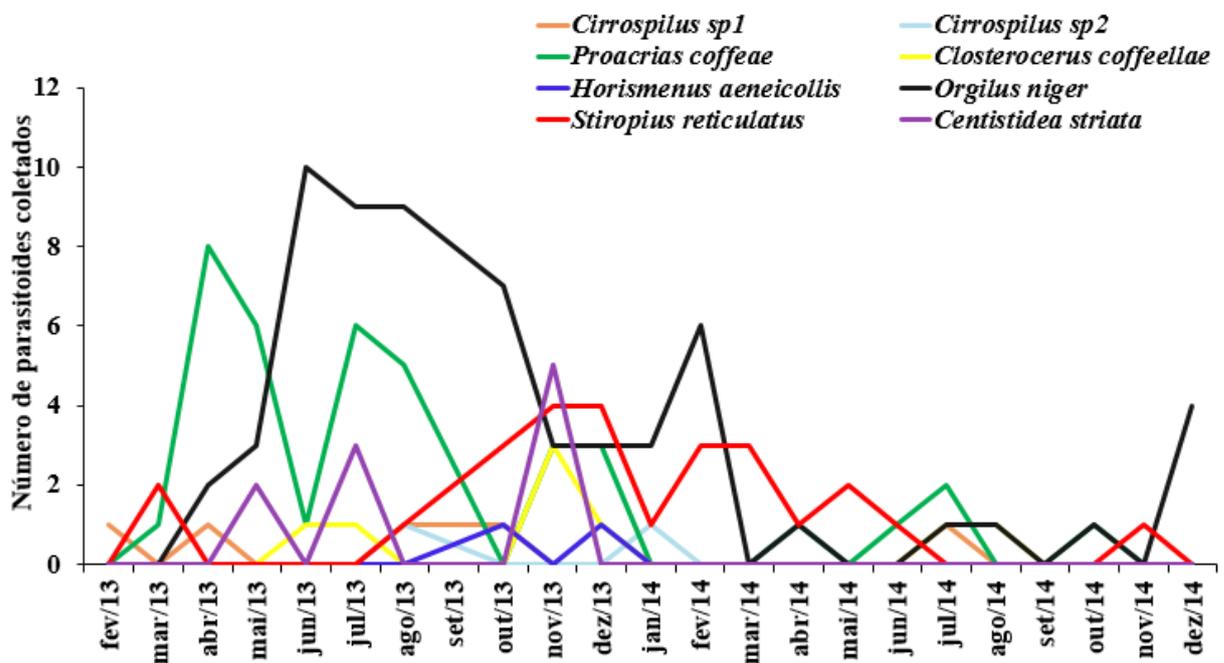


Constatou-se também um aumento significativo na abundância de *P. coffeae* no período de fevereiro a abril de 2013 e de *O. niger* a partir do mês de abril. Percebe-se também uma redução na população do parasitóide *P. coffeae* a partir do aumento da população de *O. niger* indicando uma possível competição entre as duas espécies. O mesmo pode ter acontecido com *S. reticulatus* e *O. niger* no período avaliado.

Nas áreas conduzidas pelo sistema de transição para orgânico pleno sol (T.OS, FIGURA 12), neste mesmo período de avaliação, constatou-se uma maior abundância de *O. niger* nos meses de junho a outubro de 2013 e fevereiro, outubro e dezembro de 2014. Já o parasitoide *P.*

coffea foi mais abundante nos meses de maio e abril de 2013, apresentando picos populacionais em abril e julho de 2013, e julho 2014. *C. coffeellae* no mês de novembro de 2013. *S. reticulatus* nos meses de março, novembro e dezembro de 2013 e fevereiro, março e maio de 2014. Já *C. striata* nos meses de maio e julho de 2013, e foi mais abundante no mês de novembro de 2013. Tanto *Cirrospilus* sp1 e sp2, e *H. aeneicollis* foram numericamente menos abundantes.

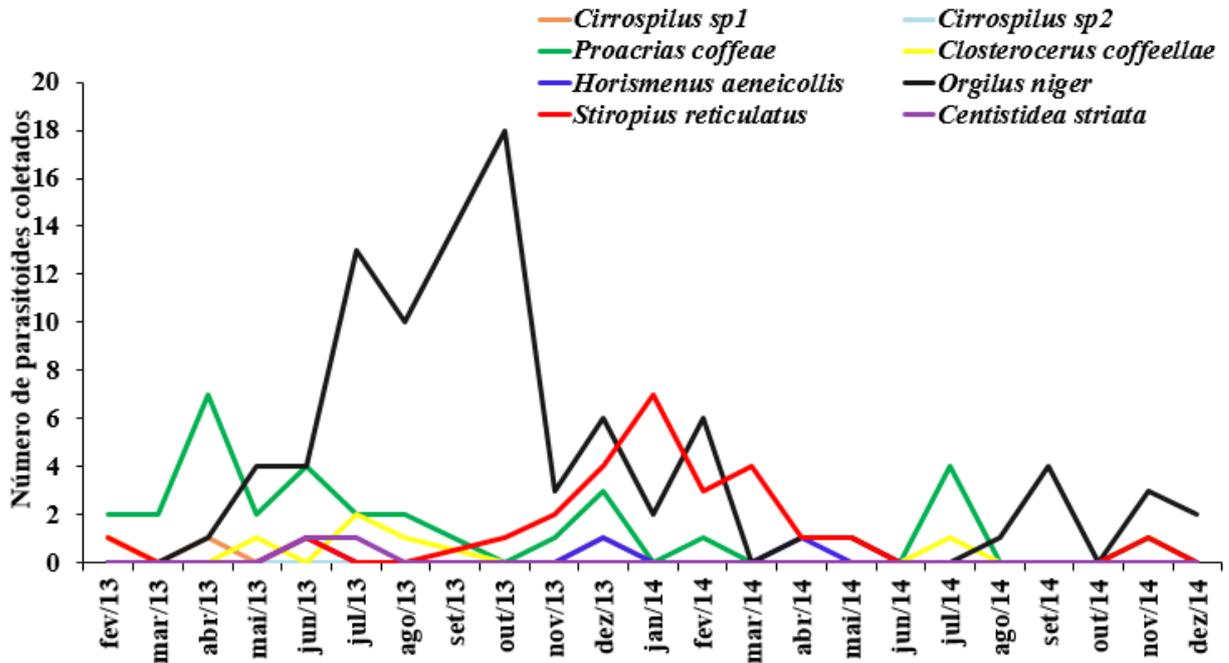
Figura 12 - Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae nos arranjos demonstrativos em transição para o sistema orgânico pleno sol (T.OS). Campo do Meio e Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



Constatou-se também um aumento significativo na abundância de *P. coffeae* no período de fevereiro a abril de 2013 e de *O. niger* a partir do mês de abril. Percebe-se também uma redução na população do parasitóide *P. coffeae* a partir do aumento da população de *O. niger* indicando uma possível competição entre as duas espécies. O mesmo pode ter acontecido com *S. reticulatus* e *O. niger* no período avaliado, podendo ser observado um aumento da população de *S. reticulatus* e redução de *O. niger* nos meses novembro e dezembro de 2013, e março e maio de 2014.

Nas áreas conduzidas pelo sistema de transição para o sistema sem agrotóxico (T.SAT, FIGURA 13), neste mesmo período de avaliação, observou-se uma maior abundância dos parasitoides *O. niger* com picos populacionais nos meses de julho, outubro e dezembro de 2013 e fevereiro, setembro e novembro de 2014, e *S. reticulatus* nos meses de janeiro e março de 2014. Já *P. coffeae* apresentou picos populacionais nos meses de abril de 2013 e julho de 2014.

Figura 13 - Flutuação populacional de Braconidae e Eulophidae nos arranjos demonstrativos em transição para o sistema sem agrotóxico (T.SAT). Campo do Meio e Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



Constatou-se também um aumento significativo na abundância de *P. coffeae* no período de fevereiro a abril de 2013 e de *O. niger* a partir do mês de abril. Percebe-se também uma redução na população de *P. coffeae* a partir do aumento da população de *O. niger*, e de aumento da população de *S. reticulatus* e redução de *O. niger* nos meses de janeiro e março de 2014, indicando uma possível competição entre as espécies.

4.6 Relação da Infestação e Parasitismo do Bicho Mineiro em Campo do Meio e Guapé em Função das Condições de Temperatura e de Pluviosidade

Os dezesseis arranjos produtivos localizados no município de Campo do Meio correspondem a uma área total de 4 ha, onde observou-se que o bicho-mineiro ocorreu durante todo o período de estudo, porém nunca atingindo o nível de controle 30% de folhas minadas. O maior índice de infestação anual foi verificado nos meses de outubro/2013 e dezembro/2014, atingindo os valores de 25% e 20% respectivamente. Os maiores índices de parasitismo anual 32% e 14% foram constatados nos meses de outubro/2013 e janeiro/2014 respectivamente (FIGURA 14).

Os oito arranjos produtivos localizados no município de Guapé correspondem a uma área total de 2 ha, onde constatou-se que o bicho-mineiro ocorreu durante todo o período de

estudo, porém nunca atingindo o nível de controle 30% de folhas minadas. Os maiores índices de infestação anual foram constatados em fevereiro de 2013 (11%) e março de 2014 (13%). Os maiores índices anuais de parasitismo (54% e 33%) foram constatados nos meses de julho/2013 e fevereiro/2014, respectivamente (FIGURA 15).

Observando-se os dados climáticos referentes aos municípios de Campo do Meio e Guapé em 2013 e 2014, as médias de temperatura foram iguais, variando de 18 a 25°C, porém no segundo ano de amostragem ocorreu diminuição anual na quantidade de chuvas em Guapé (2013= 1832,4 mm e 2014= 919,6 mm) e em Campo do Meio (2013= 1959,6 mm e 2014= 916,2 mm). Assim, 2014 foi um ano atípico com veranico prolongado e baixa pluviosidade. Quanto a umidade relativa, não foi possível a obtenção de tais dados; certamente estes também foram atípicos, dada a relação existente entre tais variáveis.

Figura 14 - Infestação e parasitismo do bicho-mineiro (%), precipitação mensal acumulada (mm) e temperatura média mensal (°C). Campo do Meio, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.

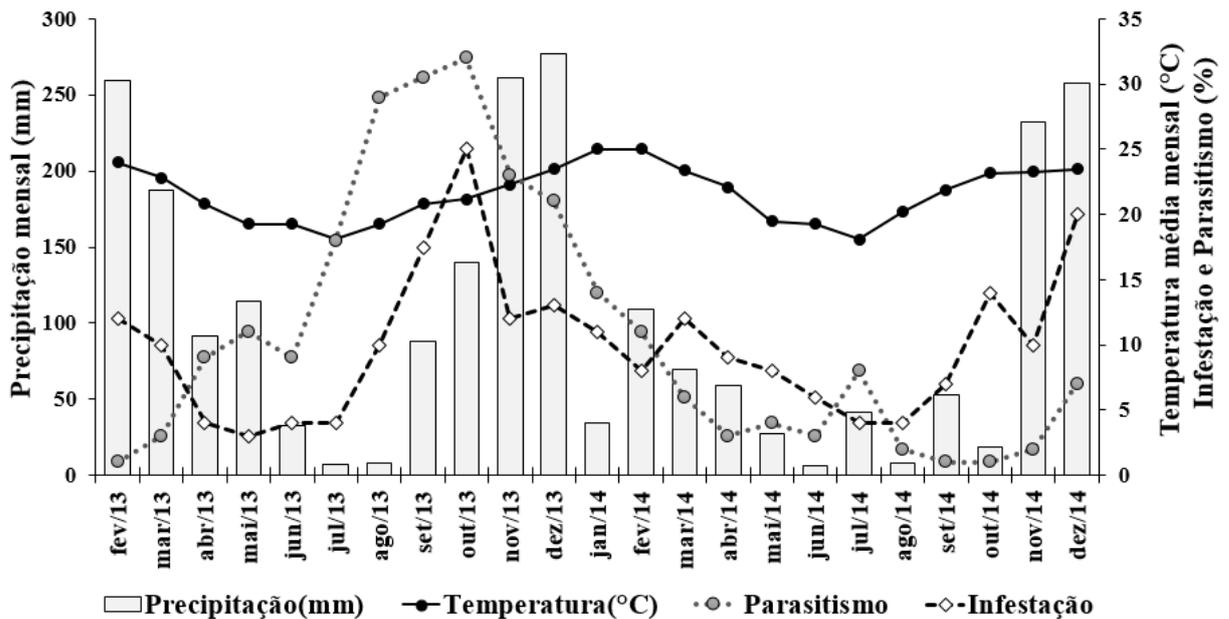
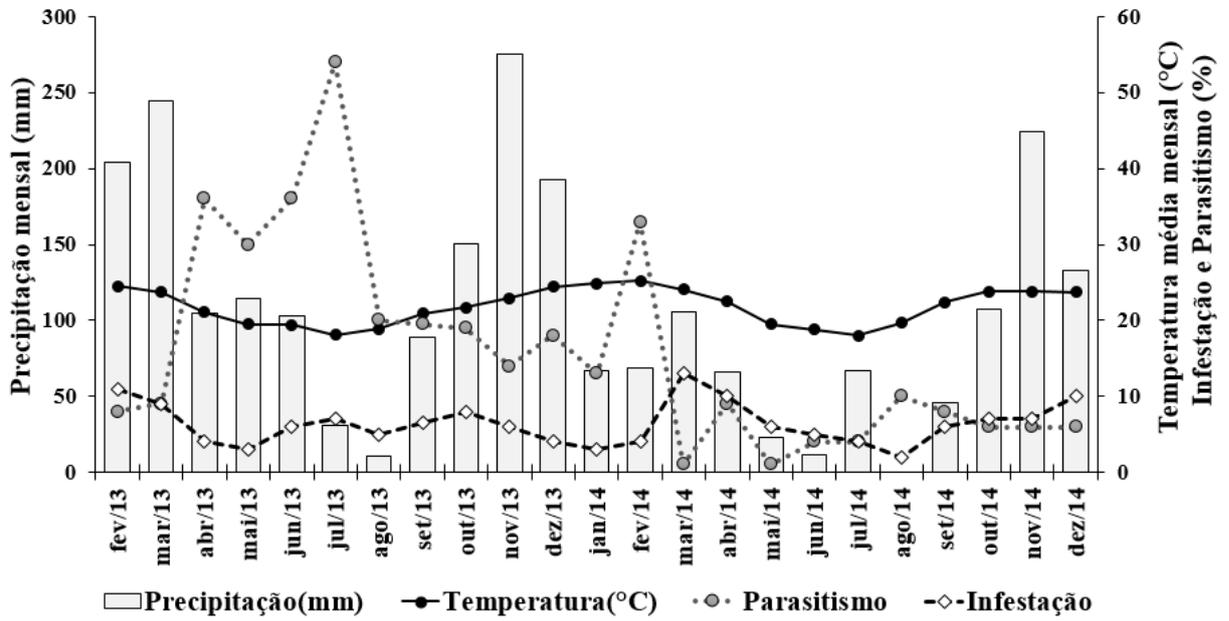


Figura 15 - Infestação e parasitismo do bicho-mineiro (%), precipitação mensal acumulada (mm) e temperatura média mensal (°C). Guapé, MG, fevereiro de 2013 a dezembro de 2014.



5 DISCUSSÃO

5.1 Infestação do bicho-mineiro

Nos cafeeiros convencionais e em transição para orgânico sombreado e pleno sol e sem agrotóxico, estudados neste trabalho, a presença do bicho-mineiro foi observada durante todo o período de avaliação (TABELA 2), confirmando os resultados de Avilés (1991) e Tuelher et al. (2003) que constataram a ocorrência do bicho-mineiro em todos os meses do ano na Zona da Mata de Minas Gerais. Em todos os sistemas a maior infestação, no ano de 2013, foi constatada em outubro, no entanto, em 2014 a maior infestação nos sistemas CONV e T.OSB foi no mês de dezembro, no sistema T.SAT foi em março e em T.OS em outubro. Machado et al. (2014) constataram a ocorrência do bicho mineiro em todo período amostrado de 2004 a 2013 com picos de infestações variando em cada ano em cafeeiros convencionais cultivados no sul do estado de Minas Gerais. Os autores correlacionam a variação de infestação principalmente com fatores climáticos, presença de inimigos naturais, sistema de condução da lavoura e uso de produtos químicos. Segundo Souza et al (1998), altas infestações do bicho-mineiro foram verificadas nos períodos de junho a setembro com pico populacional nos meses de setembro e outubro. Resultados semelhantes foram observados neste trabalho nos cafeeiros no ano de 2013 em todos sistemas estudados.

Segundo Machado et al. (2014), para os anos de 2012 e 2013 a infestação do bicho-mineiro foi baixa, não atingindo nível de dano em cafeeiros convencionais no município de São Sebastião do Paraíso, MG. Este fato também foi observado por Silva et al. (2014) em cafeeiros nos anos de 2013 e 2014 no sul de Minas Gerais. Neste trabalho resultados semelhantes foram obtidos, pois os maiores índices de infestação foram verificados no sistema convencional e de transição para o sem agrotóxico, no mês de outubro/2013, atingindo 20% de folhas minadas (FIGURA 9). Porém, no ano de 2014 o maior índice de infestação foi observado no sistema de transição para orgânico sombreado no mês de dezembro, atingindo 19% de folhas minadas (FIGURA 9). Apesar de no mês de outubro ter sido constatada a maior infestação da praga (20%), este valor não atingiu o nível de dano econômico estabelecido para o bicho-mineiro que é de 30% (SOUZA et al., 1998) quando as folhas avaliadas são coletadas nos terços médio e superior da planta, como realizado neste trabalho.

Outro fator que deve ser considerado é a infestação do bicho mineiro nesses sistemas. Foi constatado neste estudo que as porcentagens de infestação do bicho-mineiro do cafeeiro (% BMC) não foram significativamente diferentes entre os sistemas (TABELA 2). Estudos

realizados na Nicarágua também não constataram diferenças entre os níveis de danos de *L. coffeella* em cafeeiros conduzidos em sistemas agroflorestais e cafeeiros manejados a pleno sol (GUHARAY, et al., 2001). Lopes et al. (2012) e Fernandes (2013) avaliaram a produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais e a porcentagem de infestação do bicho-mineiro em quatro sistemas de cultivo (convencional, orgânico, organo-mineral e agroflorestal natural), e concluíram que a infestação foi semelhante nos sistemas estudados, com valores um pouco maiores no sistema agroflorestal natural. No entanto, em nenhum dos cultivos a praga alcançou o nível de controle, que é de 30% de folhas minadas (SOUZA et al., 1998). Portanto, resultados semelhantes foram obtidos em nosso estudo.

Estes resultados evidenciam também diferenças na flutuação populacional dessa praga entre os sistemas estudados, as quais segundo Lomeli-Flores, Barrera e Bernal (2010) podem estar relacionadas com as condições climáticas locais (precipitação e temperatura), ação dos inimigos naturais (predadores, parasitoides) entre outros fatores, mas que, no entanto, merecem ser mais bem estudadas e compreendidas. Reis et al. (1984) ressaltam que as diferenças quanto à intensidade de infestação podem ocorrer entre lavouras de uma mesma região cafeeira exigindo, portanto, mais cuidados na definição das épocas de maior probabilidade de infestação.

De uma maneira geral, os resultados observados neste trabalho indicam que as infestações do bicho-mineiro nos cafeeiros em transição agroecológica não atingiram níveis capazes de causar dano econômico à cultura. Segundo Khatounian (2001), a exclusão dos agrotóxicos e de adubos solúveis, a utilização de biomassa como fertilizante, o estímulo a biodiversidade e o uso de alguns preparados, no seu conjunto, têm-se mostrado eficientes na redução dos danos por pragas.

5.2 Parasitismo do bicho-mineiro

Nos sistemas cafeeiros estudados a ação das vespas parasitoides foi constatada a partir do mês de fevereiro/2013 (FIGURA 9). Entre os sistemas estudados o maior índice de parasitismo no sistema convencional foi verificado no mês de outubro/2013, atingindo o valor de 38%, já no sistema de transição para orgânico sombreado nos meses de maio e julho/2013, atingindo o valor de 35%, no sistema de transição para orgânico pleno sol no mês de julho/2013 (32%) e no sistema de transição para o sem agrotóxico no mês de outubro/2013 (32%).

Constata-se também que no período avaliado houve uma redução acentuada da infestação do bicho-mineiro nos cafeeiros no município de Campo do Meio e Guapé,

evidenciando assim a contribuição destes inimigos naturais, além dos fatores climáticos na regulação da população desta praga nestas áreas.

Os maiores níveis de parasitismo de larvas do bicho-mineiro foram verificados em 2013 (TABELA 2). De maneira análoga ao observado para os outros parâmetros já discutidos neste trabalho, não houve diferença significativa na %PAR entre os sistemas T.SAT, CONV, T.OS e T.OSB em 2013 e 2014, resultado que se assemelha ao obtido por Fernandes (2013), que não observou diferença significativa na %PAR entre os sistemas SAT, CON e ORG. Também Pierre (2011) não observou diferença significativa na porcentagem de parasitismo entre lavouras sob manejo convencional e orgânico.

No entanto, a porcentagem de parasitismo de minas intactas (%PAR) tendeu a ser maior no sistema T.OSB em 2013 e 2014. Este resultado era esperado, uma vez que este sistema apresenta maior riqueza e abundância de espécies de parasitoides de *L. coffeella* e, portanto, maior potencial de parasitismo. O valor observado para a %PAR (21,20%) em 2013 foi superior ao obtido por Pierre (2011) e Fernandes (2013) em sistema convencional (19,47% e 9,17%) e orgânico (18,5% e 6,67%), respectivamente.

Segundo Menezes Jr. et al., (2007) cultivos orgânicos apresentaram índices médios de parasitismo mais constantes e elevados e com maior diversidade de parasitoides quando comparados a cultivos convencionais. Além disso Rezende, (2014) constatou que em SAFs da Zona da Mata mineira a mortalidade do bicho-mineiro por parasitismo foi em média 27%, valor superior aos encontrados em monocultivos de café. Fernandes (2013) constatou que a maior complexidade do sistema de cultivo (NAT) pode levar a um aumento do nível de parasitismo de *L. coffeella*, porém, para sistemas mais semelhantes em termos de diversificação vegetal (CON, SAT e ORG) não foram observadas diferenças. Resultados semelhantes foram obtidos em nosso estudo, não houve diferença significativa entres os sistemas estudados, porém observou-se maior abundância e riqueza de parasitoides nos sistemas em transição para orgânico sombreado e orgânico pleno sol, sendo que 29,79 e 24,96% respectivamente, do total coletado, foi proveniente destas áreas. Tanto os parasitoides da família Braconidae quanto de Eulophidae foram numericamente mais abundantes no sistema em transição para orgânico sombreado. Em relação a riqueza de espécies, foram coletados oito táxons de parasitoides nos cafeeiros em transição para orgânico pleno sol e sombreado.

Estas informações são importantes no sentido de conhecer melhor a interação entre praga e o seu inimigo natural e assim explorar melhor os benefícios deste agente de controle natural. Entretanto a contribuição dos parasitoides é fundamental neste processo e o

desenvolvimento de estratégias para a manutenção e a preservação destes inimigos naturais nestas áreas em transição agroecológica deve ser priorizado.

5.3 Infestação, Parasitismo, Temperatura e Pluviosidade de Campo do Meio e Guapé

Considerando todos arranjos produtivos com área total de 4 ha no município de Campo do Meio, o maior índice de infestação anual foi verificado nos meses de outubro/2013 e dezembro/2014, atingindo os valores de 25% e 20%, respectivamente. Entretanto nos arranjos produtivos no município de Guapé com área total de 2 ha, os maiores índices de infestação anual foram constatados em fevereiro de 2013 (11%) e março de 2014 (13%). Como observado o bicho-mineiro ocorreu durante todo o período de estudo, porém nunca atingindo o nível de controle de 30% de folhas minadas.

Quando observado o parasitismo nos municípios levando em consideração a área total, em Campo do Meio, os maiores índices de parasitismo anual 32% e 14% foram constatados nos meses de outubro/2013 e janeiro/2014 respectivamente. Já em Guapé, os maiores índices anuais de parasitismo 54% e 33% foram constatados nos meses de julho/2013 e fevereiro/2014, respectivamente.

Através da observação dos dados de Campo do Meio, as áreas estudadas neste município apresentaram maior porcentagem média de infestação atingindo 10,4% e 9,4% nos anos de 2013 e 2014, respectivamente e menor porcentagem média de parasitismo (17% e 5,2%) quando comparado com o município de Guapé, que apresentou porcentagem média de infestação de 6,3% e 6,4% e de parasitismo de 24% e 8,4% nos anos de 2013 e 2014, respectivamente. Isto provavelmente se deve ao fato do município de Guapé ter tradicionalmente adotado princípios sustentáveis e agroecológicos anteriormente a implementação das unidades experimentais, e por conta disso a região pode ser considerada biologicamente e ambientalmente mais equilibrada, o que foi verificado neste trabalho pelos dados de infestação e parasitismo do bicho-mineiro.

Estes resultados sugerem que a transição agroecológica feita em cafezais convencionais, pode potencialmente reduzir a incidência do bicho-mineiro, além de favorecer a ocorrência dos inimigos naturais, especialmente parasitoides, os quais podem ter contribuído para a manutenção da baixa infestação do bicho-mineiro, sendo, portanto eficientes no controle biológico e no incremento da sustentabilidade local.

Em relação aos dados climáticos de 2013 e 2014 nos dois municípios, observou-se que as médias de temperatura foram iguais, variando de 18 a 25°C, e que houve uma diminuição

anual na pluviosidade em Campo do Meio e Guapé de 2013 para 2014 (FIGURAS 14 e 15). Além disso, 2014 foi um ano atípico com veranico prolongado e baixa pluviosidade. Reis et al. (2002) relataram que fatores abióticos, principalmente chuva e temperatura, afetam a ocorrência do bicho-mineiro: em geral, as épocas de ocorrência das maiores populações da praga coincidem com os períodos secos do ano; na região sudeste do Brasil a praga começa a ocorrer geralmente entre junho e agosto e apresenta um pico populacional em outubro. Segundo Wolda (1978), a flutuação populacional dos insetos está relacionada ao seu hábito alimentar, a disponibilidade de alimento e aos fatores abióticos: qualquer distúrbio no ambiente pode afetar a quantidade e qualidade de alimento disponível e, conseqüentemente, a flutuação das espécies.

Fernandes (2013) afirma que os diferentes sistemas de manejo podem influenciar a temperatura, a umidade relativa do ar, a cobertura vegetal, oferta diferenciada de hospedeiros alternativos aos diferentes grupos de parasitoides, presença de alimento alternativo para adultos (pólen e néctar), microclima, dentre outras. Estas variáveis, por consequência, influenciam a população de pragas e inimigos naturais.

5.4 Riqueza, abundância e diversidade de parasitoides

Neste estudo, todos os parasitoides emergidos de minas intactas do bicho-mineiro-do-cafeeiro pertenciam às famílias Braconidae e Eulophidae, resultado semelhante aos obtidos por outros autores (PARRA et al., 1977; SOUZA, 1979; AVILÉS, 1991; ECOLE, 2003; MELO et al., 2007; PIERE, 2011; FERNANDES, 2013; REZENDE, 2014). Considerando-se os valores totais de parasitoides emergidos, constatou-se maior abundância de espécimes de braconídeos (67,6%), porém, maior riqueza de espécies de eulofídeos (cinco espécies contra três).

Na literatura existem diversos artigos que referenciam as famílias de parasitoides de *L. coffeella* em diversas regiões do Brasil, sobretudo em sistemas convencionais e orgânicos. Uma análise desses artigos revelou que não existe uma predominância de um grupo mais abundante e/ou mais rico, se Braconidae ou Eulophidae. Parra et al. (1977) e Melo et al. (2007) relataram maior riqueza e maior abundância de eulofídeos em relação aos braconídeos, nos estados de São Paulo e Bahia, respectivamente. Por outro lado, Pierre (2011), em Dois Córregos (SP), observou maior riqueza de eulofídeos (nove espécies contra três de Braconidae), porém, sem diferenças na abundância entre estas duas famílias. Porém Ecole (2003), Amaral et al. (2010), Fernandes (2013) e Rezende (2014), em Minas Gerais, concluíram que o grupo mais abundante foi Braconidae. Esses resultados da literatura, associados aos deste trabalho, evidenciaram o fato de que a maior ou menor predominância quantitativa ou qualitativa de espécies de uma

família sobre a outra deve estar associada a diversos fatores físicos (clima) e biológicos (hospedeiros alternativos e recursos para adultos), predação intraguilda e outros que ainda não foram completamente elucidados.

Em relação às espécies encontradas neste trabalho, os braconídeos *O. niger* e *S. reticulatus* foram os mais abundantes, e entre os Eulophidae os mais numerosos foram *P. coffeae*, *C. coffeellae* e *Cirrospilus* sp.1. Muitos resultados são encontrados na literatura para o estado de Minas Gerais, onde Souza (1979) concluiu que as espécies mais abundantes foram os Eulophidae *C. coffeellae* e *Proacrias* sp., seguidas do braconídeo *Stiropius letifer*, e Avilés (1991) considerou *S. letifer*, *Neochrysocharis coffeae*, *Mirax insularis*, *C. coffeellae* e *Horismenus cupreus* como as mais abundantes. Fernandes, (2013) concluiu que os braconídeos *S. reticulatus* e *O. niger* foram os mais abundantes, e entre os Eulophidae os mais numerosos foram *C. coffeellae*, *Cirrospilus* sp.2, e *P. coffeae*. Entretanto, Rezende (2014) considerou *P. coffeae*, *Horismenus* sp. como os mais abundantes entre os eulofídeos e *S. reticulatus*, entre os braconídeos, demonstrando que diferentes espécies de parasitoides podem ser abundantes em lesões causadas pelo bicho-mineiro em cafezais de Minas Gerais.

Para o estado de São Paulo, Miranda (2009) concluiu que houve predominância dos gêneros *Closterocerus* e *Proacrias*, e entre os braconídeos, os espécimes foram do gênero *Stiropius* e *Orgilus*. Porém Pierre (2011) observou maior abundância de *O. niger* e *S. reticulatus* (Braconidae) e *P. coffeae* (Eulophidae), resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Assim, considerando-se São Paulo e Minas Gerais, diferentes proporções podem ser observadas com relação às principais espécies, as quais, de maneira geral, se repetem.

Observa-se na literatura que não há uma família ou espécie de parasitoides que seja numericamente predominante para todo o país. De uma maneira geral sabe-se que Eulophidae possui maior riqueza de espécies em relação à Braconidae, o que também foi constatado no presente trabalho, para o sul de Minas Gerais. Provavelmente, a maior riqueza de Eulophidae se deve ao fato de a maioria de seus gêneros representantes serem mais generalistas do que os de Braconidae, que são mais especialistas (HANSON; GAULD, 2006). Segundo Fernandes (2013), as condições locais interferem de forma marcante nessas proporções, como o microclima, o sistema de cultivo, a composição de plantas espontâneas e a proximidade a fragmentos de mata, por exemplo, nos quais podem ocorrer espécies diversas de minadores, aumentando ou diminuindo as dominâncias e riquezas dos diferentes grupos.

Considerando-se os diferentes arranjos produtivos estudados (QUADRO 1), observa-se que os sistemas T.OSB e T.OS apresentaram a maior riqueza de espécies (oito) de parasitoides de *L. coffeella*, sendo a maioria eulofídeos. Nos demais sistemas T.SAT e CONV houve uma

variação de uma espécie a menos de Eulophidae. Além disso, as abundâncias de Braconidae e Eulophidae foram numericamente maiores no T.OSB do que nos demais sistemas, tendo sido também observadas diferenças para *O. niger*, mais abundante em T.OSB quando comparado aos demais sistemas, porém sem diferenças estatísticas. Estes resultados podem ser explicados, em parte, pela maior complexidade vegetal observada no sistema T.OSB em relação aos demais, conforme descrito anteriormente. Segundo Marino e Landis (1996) em sistemas de paisagens agrícolas complexas comparados a paisagens simples em relação à diversidade vegetal, observa-se maior parasitismo de lagartas por braconídeos. Resultados semelhantes foram encontrados nesse trabalho, pois houve numericamente maior abundância de braconídeos no sistema T.OSB.

Analisando todos os sistemas de cultivo, *O. niger* e *S. reticulatus* foram mais abundantes entre os braconídeos e não apresentaram diferença significativa. Ecolé (2003) não encontrou diferenças entre cafezais orgânicos e convencionais, onde foram predominantes os braconídeos *O. niger*, *C. striata* e *S. reticulatus*. Aguiar-Menezes et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas entre sistemas sombreados e a pleno sol para parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro. Pierre (2011) relacionou as espécies de parasitoides do bicho-mineiro em propriedades conduzidas sob sistema orgânico *versus* convencional, concluindo que as mesmas espécies ocorrem em ambos, com maior abundância, contudo, de *O. niger* no convencional, provavelmente associada à maior infestação por *L. coffeella*. Esse resultado indica que a diferenciação de sistemas cafeeiros com base na riqueza ou abundância de braconídeos parasitoides de *L. coffeella* é difícil na maioria dos casos.

Fernandes (2013) concluiu que para o sul de Minas Gerais, onde foi realizado este estudo, os braconídeos *S. reticulatus* e *O. niger*, em função da sua abundância e dominância, merecem atenção por ocasião do desenvolvimento de programas de controle biológico conservativo ou aplicado visando à regulação populacional de *L. coffeella*, independente do sistema de cultivo utilizado pelo cafeicultor. Como estratégia de controle biológico conservativo torna-se necessária a adoção de técnicas que visem aumentar a diversificação nesses habitats, de forma a garantir a preservação e o incremento de inimigos naturais como agentes de controle.

Em relação aos eulofídeos que merecem atenção está *P. coffeae* que foi encontrado em todos os sistemas estudados, sendo numericamente maior em relação as outras espécies. Menezes Jr. et al. (2007) afirmam que *P. coffeae* se destaca pela maior proporção de parasitismo entre os Eulophidae no Paraná. No Estado de São Paulo esta espécie ocorreu nos mesmos municípios onde se registrou a presença de *C. coffeellae* (PARRA et al. 1977, GRAVENA,

1983; TOZATTI; GRAVENA, 1988). *P. coffeae* também foi registrada na Bahia, nos municípios de Vitória da Conquista e Luiz Eduardo Magalhães, ao passo que neste último local foi a espécie mais abundante (MELO et al., 2007).

O gênero *Proacrias*, para a região Neotropical, tem registro de associação com bicho-mineiro no Brasil, Cuba, Venezuela. A espécie *P. coffeae*, foi descrito como hiperparasitoide no Brasil (IHERING, 1914), na Colômbia (DESANTIS, 1989; CONSTANTINO et al., 2011), em Cuba (DESANTIS, 1983) e Porto Rico (DESANTIS, 1979). Neste sentido é importante destacar que estudos biológicos do parasitoide serão de grande importância para se conhecer quais espécies estão sujeitas ao hiperparasitismo, de forma a avaliar a competição existente e quantificar o quão afeta o parasitismo primário.

Analisando os resultados de similaridade pela análise de Cluster (FIGURA 4), observou-se que o maior valor foi verificado entre o par T.SAT/T.OSB, considerados os mais semelhantes quanto à ocorrência dos parasitoides neste estudo. Isso provavelmente se deve ao fato de que estes arranjos produtivos apresentarem espécies semelhantes de plantas espontâneas arbóreas, frutíferas e leguminosas em seu entorno, podendo ofertar hospedeiros alternativos aos diferentes grupos de parasitoides, presença de alimento alternativo para adultos (pólen e néctar), microclima, dentre outras. A menor similaridade foi constatada entre os sistemas CONV e os demais sistemas em transição, em função da maior discrepância na riqueza e dominância de espécies entre eles (FIGURA 4). Pierre (2011) observou uma similaridade de 70% entre os sistemas Convencional/Orgânico e uma correlação de Sperman de 0,78 entre os mesmos, salientando que este alto grau de similaridade pode estar ligado ao acaso e não necessariamente ao tipo de manejo em si, ou seja, a similaridade entre os sistemas em relação à comunidade de parasitoides está relacionada mais ao potencial da cultura em conservar esses espécimes, do que ao sistema de manejo da lavoura. Fernandes (2013) verificou que CONV/ORG foram mais semelhantes e menor similaridade em ORG/NAT em relação as espécies encontradas.

A análise de ordenação, por escalonamento não-métrico, NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling Analysis) sugere alto grau de similaridade entre os himenópteros parasitoides que habitam os sistemas, pois não se observa um padrão de formação de grupos isolados (FIGURA 5). Pierre (2011) observou que a ordenação resultante da NMDS reforçou o alto grau de similaridade dos manejos orgânico e convencional, sobrepondo as áreas em 95%.

O cálculo do índice H' mostrou que os valores encontrados não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas estudados (QUADRO 1). A não diferenciação entre os sistemas, segundo este parâmetro, assemelha-se aos demais parâmetros utilizados neste trabalho, indicando que os sistemas T.OS, T.OSB, T.SAT e CONV teriam os mesmos potenciais para

manutenção desse grupo de parasitoides específicos. Este resultado se assemelha com o obtido por Pierre (2011), que encontrou valores semelhantes para os sistemas; convencional e orgânico no estado de São Paulo. Fernandes (2013) no sul de Minas Gerais também não observou diferenças significativas no índice H' entre os sistemas convencional, sat e orgânico.

Portanto, de uma forma geral, tanto para a riqueza quanto para a abundância e diversidade das famílias Eulophidae e Braconidae, fica claro que não há diferenças significativas neste trabalho entre os sistemas CONV, T.OSB, T.OS e T.SAT.

6 CONCLUSÕES

Estas áreas indicam os parasitoides *O.niger* e *S.reticulatus* como espécies promissoras e bem adaptadas nas áreas de cultivo de café e necessitam de estudos mais aprofundados para posterior utilização no controle biológico aplicado.

Cafeeiros convencionais e em transição para orgânico sombreado, pleno sol e sat são ambientes favoráveis para a manutenção e preservação de himenópteros parasitoides do bicho-mineiro-do-cafeeiro.

Nos cafeeiros estudados, a população de bicho-mineiro é endêmica e não causa danos econômicos e a ação dos parasitoides possivelmente contribui para a regulação da infestação desta praga, além dos fatores climáticos.

A transição do cultivo de café convencional para o agroecológico no sul de Minas Gerais não proporciona um aumento na infestação do bicho-mineiro.

REFERÊNCIAS

- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Exportação Brasileira de Café**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#84>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Exportação Brasileira de Café em Grãos**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#85>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- ABIC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Produção Mundial - Principais Países Produtores**, 2015. Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=48#2810>> Acesso em: 07 mar. 2017.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SANTOS, C. M. A.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S. A. S.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24). Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/bot024.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2014.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L.; SANTOS, C.M.A.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S.A.S.; COSTA, J.R.C., RICCI, M. S.F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Agrobiologia).
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.74, n.1, p.19-31, 1999.
- ALTIERI M.A.; NICHOLLS C.I. **Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems**. New York: Haworth Press, 2004. 236 p.
- AMARAL, S.D.; VENZON, M.; PALLINI, A., LIMA, P.; SOUZA, O. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? **Neotropical Entomology**, v.39, n.4, p.543-548, 2010.
- AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional**. 1991. 126 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- CARNEIRO FILHO, F.; GUIMARÃES, P.M. Ocorrência de microhimenópteros parasitos de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) – em três regiões do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Anais...** Londrina: CBPC, 1984. p.115-116.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, Inglaterra, v.18, p.117-143, 2003.

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee agronomy**. Barking: Elsevier, 1985. 334 p.

COELHO, M.J.H. **Café do Brasil: o sabor amargo da crise**. Florianópolis: Osfam, 2002. 58 p.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistic estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Storrs-Mansfield, 2005. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 12 out. 2015.

CONSTANTINO, L. M.; FLÓREZ, J. C.; BENAVIDES, P.; BACCA, T. **Minador de las hojas del cafeto: Una plaga potencial por efectos del cambio climático**. Cenicafé, Avances Técnicos. Chinchiná: Colombia, 2011. 12 p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, primeiro levantamento, janeiro/2017**. Brasília, 2017. 98 p.

CONCEIÇÃO, C. H. C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2005.

DESANTIS, L. **Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos**. La Plata: Publicación Especial Comisión de Investigaciones Científicas Provincia de Buenos Aires, 1979, p. 271.

DESANTIS, L. **Catálogo de los Himenopteros Calcidoideos (Hymenoptera) al sur de los Estados Unidos**, primeiro suplemento. Lima: Revista Peruana de Entomología, 1983, v. 24, n.1, p. 22.

DESANTIS, L. **Catálogo de los Himenopteros Calcidoideos (Hymenoptera) al sur de los Estados Unidos**, segundo suplemento. Santiago: Acta Entomologica Chilena, 1989 v.15, p. 50.

ECOLE C. C. **Dinâmica populacional de *Leucoptera coffeella* e de seus inimigos naturais em lavouras adensadas de cafeeiro orgânico e convencional**. 2003. 129 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

ECOLE, C.C.; SILVA, R.A.; LOUZADA, J.N.C.; MORAIS, J.C.; BARBOSA, L.R.; AMBROGI, B.G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.2, p.318-324, 2002.

FERNANDES, L.G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 199 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FERREIRA, F.Z. **Diversidade de himenópteros parasitoides em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica* L.) e a influência de um fragmento florestal.** 2010. 44 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

FONSECA, M.F de A.C. **A institucionalização do mercado de orgânicos no mundo e no Brasil: uma interpretação.** 2005. 476 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

FRAGOSO, D. B.; JUSSELINO-FILHO, P.; GUEDES, R. N. C.; PROQUE, R. Seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *Leucoptera coffeella* (Guér.-Mènev.) (Lepidoptera, Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.1, p.139-143, 2001.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

GONDIM, A.R. **Ministério desenvolve aplicativo para Ipad sobre o café brasileiro.** Brasília: MAPA, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2011/04/ministeriodesenvolve-aplicativo-para-ipad-sobre-o-cafe-brasileiro>>. Acesso em: 4 ago. 2014.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mènevillè, 1842): II – Amostragem da praga e seus inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 273-281, 1983.

GUHARAY, F.; MONTEROSSO, D.; STAVER, C. El diseño e manejo de la sombra para la supresión de plagas em cafetales de América Central. **Agroforestía en las Américas**, Turrialba, v. 8, n. 29, p. 22-29, 2001.

GUSMÃO, M. R.; PICANÇO, M.; GONRING, A. H. R.; MOURA, M. F. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.681-686, 2000.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de la Región Neotropical.** Memoirs of the American entomological Institute. Gainesville: FL, 2006. 994p.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, Espanha, v.4, n.1, 9pp, 2001.

IHERING, R. V. Chalcididas parasitas do bicho do café *Leucoptera coffeella* com algumas considerações sobre o hyperparasitismo. **Revista do Museu Paulista**, São Paulo, v. 9, p. 97, 1914.

KAMIYAMA, A. **Agricultura sustentável** (Cadernos de Educação Ambiental, 13). Secretaria do Meio Ambiente/ Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. São Paulo: SMA, 2011. 75p.

KHATOUNIAN, C. A. 2001. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu, SP: Editora Agroecológica. 348 p.

LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M.; SHAW, K. M. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **Journal Natural History**, London, v. 17, p. 859-874, 1983.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review Entomologie**, Palo Alto, v.45, n.1, p.175-201, 2000.

LEÃO, E.A.; DE PAULA, N.M. A produção de cafés especiais no Brasil e a emergência de novos padrões de competitividade. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 13., 2010, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: ANPEC, 2010. p.1-18.

LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Comportamento de predação de *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae) em mostarda. **Agro Ciencia**, Concepcion, Chile, v.17, n. 1, p.11-19, 2001.

LOMELI-FLORES, J. R. **Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico**. 2007. 203 p. (Doctor of Philosophy) - Texas A&M University, Texas, 2007.

LOMELI-FLORES, J. R.; BARRERA, J. F.; BERNAL, J. S. Impact of natural enemies on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics in Chiapas, México. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n. 1, p. 51-60, 2009.

LOMELI-FLORES, J. R.; BARRERA, J. F.; BERNAL, J. S. Impacts of weather, shade cover and elevation on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. **Crop Protection**, v.29, n.9, p.1039-1048, 2010.

LOPES, P.R.; ARAÚJO, K.C.S.; FERRAZ, J.M.G.; LOPES, I.M.; FERNANDES, L.G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.7, n.1, p. 25-38, 2012.

MACHADO, J. L.; SILVA, R. A.; SOUZA, J. C. de; FIGUEIREDO, U. J.; CARVALHO, T. A. F; MATOS, C. S. M. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**, 2015. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>> Acesso em: 04 dez. 2015.

MAPA. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cafeicultura Brasileira**, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>> Acesso em: 07 mar. 2017.

MARINO, P. C.; LANDIS, D. A. Effect of Landscape Structure on Parasitoid Diversity and Parasitism in Agroecosystems. **Ecological Applications**, New York, v.6, p. 276–284, 1996.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, Edição 2010. 542 p.

MELO, T.L.; CASTELLANI, M.A.; NASCIMENTO, M.L.do; MENEZES JUNIOR, A.O.; FERREIRA, G.F.P.; LEMOS O.L. Comunidades de parasitóides de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em cafeeiros nas regiões oeste e sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.966-972, 2007.

MENDES, L.O.T. Os parasitas do “bicho-mineiro das folhas de café”. **Revista do Instituto de Café**, Campinas, v.26, n.155, p.6-11, 1940.

MENEZES JÚNIOR, A.O.; ANDROCIOLO, H.G.; FELTRAN, C.T.; TATSUI, C.B. Parasitismo do bicho-mineiro em lavouras de café cultivadas em sistema convencional e orgânico, na região norte do Paraná, In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5, 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2007. p.420..

MIRANDA, N.F. **Parasitóides (Hym., Eulophidae) de bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lep., Lyonetiidae)**. 2009. 44 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

ORMOND, J.G.P.; DE PAULA, S.R.L.; FAVERET FILHO, P. Café: (Re) conquista dos Mercados. **BNDES Setorial**, v.4, n.10, p.3-56, 1999.

PARRA, J.R.P.; GONÇALVES, W.; GRAVENA, S.; MARCONATO, A.R. Parasitos e predadores do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.6, n.1, p.138-143, 1977.

PEDINI, S. A produção de café orgânico. In: WORKSHOP SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA O CULTIVO DO CAFÉ, 1., 2000, Machado. **Anais...** Machado: EMBRAPA Café, 2000. p. 11-12.

PENTEADO, S. R. **Introdução à Agricultura Orgânica: Normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Editora Grafimagem, 2000. 110 p.

PEREIRA, E.G. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica***. 2002. 50 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; MIRANDA, N.F.; FERNANDES, D.R.R.; MARTINELLI, N.M.; COSTA, V.A. Uma nova espécie de *Ionympha* (Hymenoptera, Eulophidae), primeiro registro do gênero para o Brasil e de seu parasitismo sobre *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2009., Bento Gonçalves. **Anais...** Londrina: SEB, 2009. 1 CD-ROM.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SELEGATTO, A.; LUCIANO, E.S. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.11, p.41-44, 2004.

PIELOU, E. C. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. **Journal Wiley**, New York, v. 13, n. 40, p. 63-81, 1984.

PIERRE, L.S.R.; COSTA, V.A.; BERTI FILHO, E. Parasitoides relacionados ao bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) na região de Dois Córregos, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XII, 2010, Natal. **Anais... SEB. 1 CD_ROM**.

PIERRE, L.S.R. **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a ocorrência de seus parasitoides em sistemas de produção de café orgânico e convencional**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2011.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v.23, n.214/215, p.83-99, 2002.

REIS, P. R.; LIMA, J. O. G.; SOUZA, J.C. Flutuação populacional do Bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera- Lyonetiidae) nas regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais e identificação de inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 3., Curitiba, **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1975. p.217-218.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 17-25, 1998.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; MELLES, C. C. A. Pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 109, p. 3-57, 1984.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. de. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A.B. *et al.* (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.323-378.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Insetos na folha. **Cultivar**, Pelotas – RS, v.4, n.38, p. 30-33, 2002.

REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PERES A.L.; Cardoso I.M.; Janssen A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.188, p.198-203, 2014.

RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

ROSSET, P. M. **A crise da agricultura convencional, a substituição de insumos e o enfoque agroecológico**. Califórnia: Institute for food and development policy, 1998. 15p.

RUFINO, J.L. Por um planejamento estratégico para o café. **Revista SEBRAE**, Rio de Janeiro, v.5, n.9, p.86-95, 2003.

SERRANO, O. Manejo orgânico do solo e nutrição vegetal. In: SEMINÁRIO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 1., 1998, Bragança Paulista. **Anais...** Bragança Paulista, 1998. p. 10-47.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois, 1949. 144 p.

SILVA, R.A.; SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R.; CARVALHO, T.A.F. de.; ALVES, J.P. Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

SOUZA, J. C. de; BERTI FILHO, E.; REIS, P. R. Levantamento, identificação e eficiência de parasitos e predadores do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Perileuoptera coffeellum* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1980. p.121-122.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Pragas do cafeeiro: reconhecimento e controle**. Viçosa, MG: CTP, 2000. 54 p.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. RIGITANO, R. L. de O. **Bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado**. 2 ed., Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48 p. (EPAMIG, Boletim Técnico, 54).

SOUZA, J.C. **Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (GuérinMèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais**. 1979. 90 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

StatSoft, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com. (2004)

TEODORO, A.; KLEIN, A. M.; TSCHARNTKE, T. Environmentally mediated coffee pest densities in relation to agroforestry management, using hierarchical partitioning analyses. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, (US), v.125, n.1/4, p.120-126, 2008.

TEODORO, A.V.; KLEIN, A.M.; TSCHARNTKE, T. Temporally mediated responses of the diversity of coffee mites to agroforestry management. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.133, n.9/10, p.659-665, 2009.

THEODORO, V. C. A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

TOZATTI, G.; GRAVENA, S. Fatores naturais de mortalidade de *Perileuoptera coffeella*, Guérin-Méneville (Lepidoptera, Lyonetiidae), em café, Jaboticabal. **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 179-187, 1988.

TUELHER, E. de S.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; MAGALHÃES, L. C. Ocorrência de bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) influenciada pelo período estacional e pela altitude. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 119-124, 2003.

VILLACORTA, A. Alguns fatores que afetam a população de *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GEARC, 1975. p.86.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **The Journal of Animal Ecology**, v.47, p.369-381, 1978.