



LÊDA GONÇALVES FERNANDES

**DIVERSIDADE DE INIMIGOS NATURAIS DE
PRAGAS DO CAFEIRO EM DIFERENTES
SISTEMAS DE CULTIVO**

LAVRAS – MG

2013

LÊDA GONÇALVES FERNANDES

**DIVERSIDADE DE INIMIGOS NATURAIS DE PRAGAS DO
CAFEIEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Tese 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 Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Fernandes, Lêda Gonçalves.

Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo / Lêda Gonçalves Fernandes. – Lavras : UFLA, 2013.

192 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Luis Cláudio Paterno Silveira.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. Artropodofauna. 3. Biodiversidade. 4. Diversificação vegetal. 5. Controle biológico conservativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.7

LÊDA GONÇALVES FERNANDES

**DIVERSIDADE DE INIMIGOS NATURAIS DE PRAGAS DO
CAFEIEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Tese 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 Doutor.

APROVADA em 18 de Março de 2013.

Dra. Brígida de Souza	UFLA
Dra. Madelaine Venzon	EPAMIG Zona da Mata
Dr. Paulo Rebelles Reis	EPAMIG Sul de Minas
Dr. Rogério Antônio Silva	EPAMIG Sul de Minas

Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira
Orientador

LAVRAS – MG

2013

Dedico,

Aos agricultores e agricultoras que amam e respeitam a terra e que acreditam na possibilidade de produzir e preservar, mantendo a harmonia e o equilíbrio da natureza.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização do doutorado;

Ao Instituto Federal do Sul de Minas – Câmpus Machado (IFSULDEMINAS), pela oportunidade e apoio concedidos;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa de estudo do Programa Mineiro de Capacitação Docente;

À COOPFAM – Cooperativa de Produtores Familiares de Poço Fundo, produtores e equipe técnica pelo grande apoio na condução dos trabalhos práticos;

À Empresa SEMENTES PIRAÍ, pela concessão das sementes e orientações técnicas;

Aos produtores Valdir e Paula, José Arildo, Denilson, Claudinei, José Mauro e Alex Nanetti, pela disponibilização de suas propriedades para estudo e apoio para execução deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira pela orientação, paciência e ensinamentos oferecidos ao longo do curso;

À Profa. Brígida de Souza, pela confiança, orientação e apoio mas acima de tudo pela atenção, amizade e carinho;

Aos membros da banca Madelaine Venzon, Paulo Rebelles Reis e Rogério Antônio Silva, pela atenção, colaboração e sugestões;

Aos professores e funcionários do Departamento de Entomologia, pelos valiosos ensinamentos, amizade e colaboração;

Aos meus queridos alunos, amigos e companheiros: Gleysson, Maurício, Edmar, Aline, Cláudia, Mari, Guilherme, João, André, Ramon, Eder, Lucas, Willian, Max, Ricardo, Cristóvão, Allison, Deyvid, Leonardo, Ilder, José

Alessandro, Miller, Victória, Edilaine, Elidiani, pela ajuda nas coletas de campo, mas, sobretudo pela amizade e carinho... minha eterna gratidão!!

Ao amigo, Marçal Pedro Neto, pela amizade e auxílio na identificação dos ácaros;

Aos amigos Vítor, Inês, Rebeca e Maíra, pela grande ajuda na triagem e identificação de todo material coletado, mas também pela amizade e carinho;

Aos colegas do curso de doutorado, pela convivência e amizade;

Aos amigos e colegas do IFSULDEMINAS Professores Edson Rubens Leite, Ivan Caixeta e Kátia Alves Campos, pela amizade, pelas caronas e incentivo;

A todos os colegas do IFSULDEMINAS que direta ou indiretamente participaram da execução deste trabalho, em especial ao Alexandro Henrique, Paulo Humberto, Maria do Socorro e Nathália Lopes;

E acima de tudo, agradeço aos meus mestres espirituais e à minha família:

meu amado pai João (*in memoriam*), pelo exemplo de amor e superação, minha querida mãe, Leonina, exemplo de força e generosidade,

meu marido, Pitágoras e meu filho Neto que entenderam minha temporária ausência e me apoiaram na realização deste sonho;

Vocês fazem parte dele!!! Amo muito vocês!

"Dos sonhos, porém, acordamos todos, e agora
eis-me não diante do sonho realizado, mas,
da concreta e possível forma de sonho".

(José Saramago)

RESUMO GERAL

Estudos têm documentado perdas na riqueza ou abundância de espécies de artrópodes devido à intensificação do manejo na cultura do café, porém, poucos são os trabalhos sobre a avaliação da artropodofauna nos diferentes agroecossistemas cafeeiros (*Coffea* spp.). A diversificação agroecológica é uma prática que pode incrementar a biodiversidade funcional e diminuir os impactos ambientais decorrentes da intensificação do manejo, sobretudo no manejo de pragas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade e biodiversidade de insetos e ácaros em quatro sistemas de manejo: convencional a pleno sol (CON), orgânico (ORG), sem agrotóxico (SAT) e agroflorestal natural (NAT) bem como avaliar nestes sistemas a diversidade de himenópteros parasitoides e sua relação com o bicho-mineiro-do-cafeeiro. Além disso, por meio deste trabalho avaliou-se a comunidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas em cafeeiros diversificados por meio da consorciação com leguminosas, gramínea e cravo-de-defunto associado a plantas espontâneas. Os dados referentes à artropodofauna foram submetidos à análises faunísticas e comparados estatisticamente pela análise de variância. Os resultados permitiram concluir que os sistemas de manejo interferem nas comunidades de insetos e ácaros. Maior abundância de insetos foi constatada no sistema SAT, porém, maior diversidade e riqueza no sistema NAT. Quanto aos ácaros verificou-se que os generalistas e os predadores foram significativamente mais abundantes no sistema NAT e os fitófagos ocorreram de forma semelhante nos quatro sistemas estudados. A composição de himenópteros parasitoides no sistema NAT foi significativamente diferente dos demais; as porcentagens de infestação do bicho-mineiro não foram significativamente diferentes entre os sistemas estudados, no entanto, o sistema NAT apresentou maior porcentagem de parasitismo e o maior índice de diversidade quando comparado aos demais. O sistema NAT, por apresentar maior complexidade vegetal, menor interferência antrópica, menor intensificação no manejo e, conseqüentemente, maior riqueza, abundância e diversidade de insetos, incluindo os parasitoides, e ácaros, também possui maior potencial para conservação destes grupos em cafeeiros. Concluiu-se também que o consórcio do cafeeiro com Crotalária e Braquiária promoveu o incremento da população de ácaros predadores oferecendo recursos para os mesmos. Plantas de *Mucuna* favoreceram os ácaros fitófagos e Cravo os generalistas. O período de pleno florescimento das plantas consorciadas coincidiu com a maior densidade de ácaros predadores e menor de fitófagos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Artropodofauna. Biodiversidade. Diversificação vegetal. Controle biológico conservativo.

GENERAL ABSTRACT

Studies have documented the loss of richness or abundance of arthropod species due to the intensification of the management of coffee culture. However, there are few studies on the evaluation of the arthropod fauna in the different coffee (*Coffea* spp.) agro-ecosystems. The agro-ecological diversification is a practice that may increase the functional biodiversity and reduce the environmental impacts caused by management intensification, overall in pest management. This work had the objective of evaluating the community structure and the biodiversity of insects and mites in four management systems: conventional in full sunlight (CON), organic (ORG), without pesticides (WPT) and natural agro-forest (NAT), as well as evaluating the diversity of parasitoid hymenoptera and their relation to the coffee leafminer. In addition, this work evaluated the community of the phytophagous, predator and generalist mites in coffee plantations diversified by means of consortium with leguminous plants, grass and marigold associated to spontaneous plants. The data referring to the arthropod fauna were submitted to faunal analysis and statistically compared by the variance analysis. The results allowed the conclusion that the management systems interfered in the insect and mite communities. A larger abundance of insects was observed in the WPT system, however, a larger diversity and richness was observed in the NAT system. Regarding the mites, we verified that the generalists and the predators were significantly more abundant in the NAT system and the phytophagous occurred in a similar form in the four studied systems. The parasitoid hymenoptera composition in the NAT system was significantly different than the others; the percentages of leafminer infestation were not significantly different in the studied systems, however, the NAT system presented a larger percentage of parasitism and a larger diversity index when compared to the others. The NAT system, for presenting a larger plant complexity, less anthropic interference, less management intensification and, consequently, larger insect richness, abundance and diversity, including the parasitoids and mites, also presents a larger potential for the conservation of these groups in coffee. We also conclude that the consortium of coffee with crotalaria and brachiaria promoted an increase in the population of predator mites, offering them resources. *Mucuna* plants favored the phytophagous mites and the marigold, the generalists. The period of full blossoming of the consortium plants coincided with the larger density of predator mites and smaller density of phytophagous.

Keywords: *Coffea arabica*. Arthropod fauna. Biodiversity. Plant diversification. Conservative biological control.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

- Figura 1 Curva de suficiência amostral dos insetos coletados em quatro sistemas cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)..... 66
- Figura 2 Curvas de rarefação de espécimes de insetos coletados em quatro sistemas cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)..... 67
- Figura 3 Diagrama da análise de Cluster indicando as similaridades entre os sistemas de produção agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância da entomofauna encontrada em cafezais (*C. arabica*) 68

ARTIGO 2

- Figura 1 Diagrama da análise de Cluster indicando as similaridades entre os sistemas de produção natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância de espécies de Hymenoptera parasitoides em cafezais (*Coffea arabica*) 100
- Figura 2 Diagrama da análise de correspondência indicando as similaridades entre as abundâncias das espécies de Hymenoptera parasitoides encontradas em cada sistema de produção de café (*Coffea arabica*) 101

ARTIGO 3

- Figura 1 Número de ácaros predadores, fitófagos e generalistas em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CONV)..... 143
- Figura 2 Curvas de rarefação e estimadores de riqueza para as espécies de ácaros coletadas em cafeeiro (*Coffea arabica*) em quatro sistemas de manejo, agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON)..... 144
- Figura 3 Diagrama da análise de Cluster com as similaridades entre os sistemas de produção de café (*Coffea arabica*) natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância de espécies de ácaros em cafezais 145

ARTIGO 4

- Figura 1 Número de ácaros predadores, fitófagos e generalistas coletados em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistema convencional consorciado, por data de coleta realizada no período de dezembro/2009 a março/2010 177

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

- Tabela 1 Talhões experimentais utilizados em cada sistema de cultivo do cafeeiro, com a respectiva área e cultivares de café..... 54
- Tabela 2 Número de espécimes de Insecta coletados (abundância), por ordem e família, em cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)..... 60
- Tabela 3 Média (\pm erro padrão) da abundância de espécimes de Insecta, por família, abundância total, diversidade (H') e riqueza em cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)..... 65

ARTIGO 2

- Tabela 1 Sistema de cultivo do cafeeiro e localização geográfica dos talhões experimentais, com a respectiva área e cultivares..... 92
- Tabela 2 Abundância das espécies de himenópteros parasitoides associados ao bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* em cafeeiros (*Coffea arabica*) conduzidos nos sistemas de cultivo agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), convencional (CON) e orgânico (ORG)..... 98

Tabela 3	Porcentagem de infestação do bicho-mineiro (%BMC), porcentagem de parasitismo de minas intactas (%PAR) e índice de diversidade de Shannon (H') em quatro sistemas cafeeiros (<i>Coffea arabica</i>), agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), convencional (CON) e orgânico (ORG).....	99
----------	--	----

ARTIGO 3

Tabela 1	Talhões experimentais utilizados em cada sistema de cultivo do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>), com a respectiva área e cultivares de café	131
Tabela 2	Riqueza, abundância (%), Índice de Shannon e hábito alimentar (P = Predador; F = Fitófago; G = Generalista) dos ácaros coletados em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON).....	135
Tabela 3	Média (\pm erro padrão) do número de ácaros fitófagos por amostra em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON).....	138
Tabela 4	Média (\pm erro padrão) do número de ácaros predadores por amostra em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON).....	141
Tabela 5	Média (\pm erro padrão) do número de ácaros generalistas por amostra em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON).....	142

Tabela 6	Média (\pm erro padrão) do número total de ácaros fitófagos, predadores e generalistas, por amostra em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON).....	143
----------	--	-----

ARTIGO 4

Tabela 1	Riqueza, abundância (total e em %), hábito alimentar e índice de diversidade (H') das espécies de ácaros coletados em cafeeiros (<i>Coffea arabica</i>) consorciados	171
Tabela 2	Média (\pm erro padrão) do número de ácaros por amostra, por família e hábito alimentar, coletados em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistema convencional consorciado, no período de dezembro/2009 a março/2010	174
Tabela 3	Média (\pm erro padrão) do número de ácaros por datas de coleta amostradas em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) em sistema convencional consorciado, no período de dezembro/2009 a março/2010.....	176

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO GERAL 17
2	REFERENCIAL TEÓRICO 21
2.1	Importância socioeconômica do café no Brasil e Minas Gerais ... 21
2.2	Sistemas de cultivo do cafeeiro 22
2.3	Pragas do cafeeiro 24
2.4	Inimigos naturais das pragas do cafeeiro 26
2.5	A diversificação como estratégia de manejo de pragas 31
2.6	Sistemas de produção do cafeeiro e biodiversidade 33
	REFERÊNCIAS 38
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS 47	
ARTIGO 1 Influência de sistemas de cultivo do cafeeiro na diversidade de insetos 47	
1	INTRODUÇÃO 49
2	MATERIAL E MÉTODOS 53
2.1	Descrição da área experimental 53
2.2	Amostragens 56
2.3	Análise faunística e estatística 57
3	RESULTADOS 59
4	DISCUSSÃO 69
5	CONCLUSÃO 77
	REFERÊNCIAS 79
ARTIGO 2 Diversidade de parasitoides do bicho-mineiro <i>Leucoptera coffeella</i> em diferentes ecossistemas cafeeiros no sul de Minas Gerais, Brasil 85	
1	INTRODUÇÃO 87
2	MATERIAL E MÉTODOS 91
2.1	Caracterização das áreas estudadas 91
2.2	Avaliação dos índices faunísticos e da porcentagem de parasitismo 94
2.3	Amostragem do bicho-mineiro do cafeeiro 95
3	RESULTADOS 96
3.1	Riqueza e abundância de parasitoides 96
3.2	Infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro e porcentagem de parasitismo 99
3.3	Análises de Cluster e Correspondência 99
4	DISCUSSÃO 102
5	CONCLUSÃO 113
	REFERÊNCIAS 115

	ARTIGO 3 Composição de espécies e estrutura da comunidade de ácaros em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro	125
1	INTRODUÇÃO	127
2	MATERIAL E MÉTODOS	130
2.1	Áreas de estudo	130
2.2	Amostragens	133
2.3	Análise dos dados	134
3	RESULTADOS	135
3.1	Análise faunística dos ácaros nos diferentes sistemas de produção do cafeeiro	135
3.2	Análises de Cluster	145
4	DISCUSSÃO	146
5	CONCLUSÃO	154
	REFERÊNCIAS	155
	ARTIGO 4 Efeito da diversificação vegetal sobre a comunidade de ácaros em cafeeiro	161
1	INTRODUÇÃO	163
2	MATERIAL E MÉTODOS	166
3	RESULTADOS	169
4	DISCUSSÃO	178
5	CONCLUSÃO	189
	REFERÊNCIAS	190
	CONSIDERAÇÕES GERAIS	199

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na região sudeste brasileira, os agroecossistemas cafeeiros (*Coffea* spp.) têm grande importância econômica e social, ocupando vastas áreas do território. O parque cafeeiro em produção no Brasil ocupa hoje uma área de mais de dois milhões de hectares cultivados e produziu 50,5 milhões de sacas beneficiadas na safra de 2011/2012 (BRASIL, 2012). A área ocupada pela monocultura do café no estado de Minas Gerais é de mais de um milhão de hectares, sendo que mais da metade se encontra na região sul e centro oeste do Estado. O segundo produto da pauta de exportações de Minas Gerais é o café, e no Sul de Minas este produto corresponde a 70% da renda das propriedades rurais (COELHO, 2005).

No entanto, é importante reconhecer que a fragmentação de ecossistemas naturais para implantação de monoculturas resulta na perda de importantes habitats para a conservação da biodiversidade (DIAS et al., 2008), e estes modelos agrícolas de implantação de áreas extensivas de monocultura tem alto impacto sobre os recursos naturais, entre eles a regulação de populações de artrópodes pragas.

Na monocultura do café, este fato é percebido pelos frequentes surtos de espécies pragas, os quais têm contribuído para a constante necessidade de intervenção por meio da aplicação de produtos fitossanitários para o seu controle. Esta prática pode colaborar ainda mais para a desestruturação desses sistemas agrícolas já que muitos dos produtos utilizados dizimam também as populações de diversas espécies de insetos benéficos, entre eles os inimigos naturais, os quais contribuem na regulação desses artrópodes prejudiciais.

A planta de café pode ser hospedeira de uma ampla gama de artrópodes, sendo consideradas pragas primárias o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*

(Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), e os ácaros vermelho *Oligonychus ilicis* (Tetranychidae) e da mancha anular *Brevipalpus phoenicis* (Tenuipalpidae) (REIS; SOUZA; VENZON, 2002). Esses artrópodes constituem-se pragas da cultura do café no Brasil, ocasionando grandes perdas em virtude dos danos que provocam.

A dinâmica populacional destas pragas 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, especialmente predadores e parasitoides, são importantes organismos que contribuem na regulação populacional dessas pragas (SOUZA; REIS, 2000).

Os himenópteros parasitoides contribuem de forma efetiva na regulação das populações de muitos insetos prejudiciais podendo ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas (MELO et al., 2007). Em torno de 18 espécies de parasitoides, pertencentes às famílias Braconidae e Eulophidae (Hymenoptera) encontram-se associadas ao bicho-mineiro-do-cafeeiro (GALLARDO-COVAS, 1992). Muitos trabalhos indicam também as vespas predadoras como eficientes inimigos naturais de *L. coffeella* (GRAVENA, 1992; PARRA et al., 1977; REIS; SOUZA; VENZON, 2002). As espécies *Prorops nasuta* Waterston, 1923 e *Cephalonomia estephanoderis* Betren, 1961 (Hymenoptera: Bethyidae) e *Crematogaster curvispinosus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) são citadas como importantes inimigos naturais da broca-do-café (REIS; SOUZA, 1998).

Várias espécies de ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae também podem ser encontradas no agroecossistema cafeeiro, sobretudo dos gêneros *Euseius*, *Amblyseius* e *Iphiseiodes*, atuando sobre os principais ácaros fitófagos e diminuindo os prejuízos à cultura e o número de aplicações de

produtos fitossanitários (FRANCO et al., 2008; REIS, 2000; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005).

Apesar da diversidade de inimigos naturais associados ao controle natural das pragas do cafeeiro, muitos fatores podem influenciar na sobrevivência e permanência desses agentes de controle em áreas de monocultura. Segundo Landis, Wratten e Gurr (2000), a falta de alimento para adultos, a falta de hospedeiros/presas alternativas e assincronia de ciclos de vida, são exemplos de fatores que afetam a estabilidade da ocorrência desses organismos e interferem na regulação das populações das espécies pragas. A diversificação da vegetação em áreas cultivadas, por meio da associação com plantas diferentes do cultivo principal e a manutenção da vegetação natural adjacente ao cultivo, são estratégias que merecem atenção pela sua importância na manutenção e preservação das populações de inimigos naturais.

No Brasil, a cafeicultura é explorada em diferentes sistemas de cultivo: convencional, orgânico, sistema convencional em conversão para orgânico, sistema SAT – sem agrotóxico, agroflorestal, natural e outros. O Sul do estado de Minas Gerais é um dos mais importantes pólos de produção de café em sistemas alternativos ao convencional, como por exemplo, os orgânicos. Entretanto, são poucos os trabalhos referentes à fauna de artrópodes nesses ecossistemas. A incidência de pragas e de inimigos naturais é mais conhecida nos sistemas convencionais de cultivo de café.

O reconhecimento e a identificação das diferentes espécies da artropofauna 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. Nos sistemas alternativos de produção de café, como por exemplo, nos orgânicos, verifica-se uma grande necessidade de novas tecnologias no manejo de pragas que além de compatíveis com o sistema sejam

também comprovadamente eficientes e atendam os anseios de pequenos produtores e produtores familiares onde o sistema de produção não permite o uso de agrotóxicos.

O conhecimento da biodiversidade, por meio da coleta e identificação dos organismos associados a uma cultura e outras plantas ao seu redor, constitui a primeira etapa do planejamento do manejo de pragas (ZUCCHI, 2002).

Neste sentido objetivou-se com este trabalho avaliar a diversidade de inimigos naturais e pragas em vários sistemas de cultivo do cafeeiro, usualmente utilizados em regiões produtoras no Sul de Minas e conhecer a influência de diferentes condições de diversificação vegetal sobre as populações de pragas e inimigos naturais, obtendo-se bases para a recomendação do controle biológico natural por conservação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância socioeconômica do café no Brasil e Minas Gerais

O Brasil é o maior e mais importante país produtor de café do mundo, apresentando uma notável diversidade de regiões produtoras, de qualidades de café, e de modelos tecnológicos de produção.

O cultivo do cafeeiro é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas no país, sendo o mesmo o maior produtor e exportador mundial do produto, responsável por 30% do mercado internacional de café (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ - ABIC, 2013). A atividade emprega direta e indiretamente aproximadamente 8,4 milhões de trabalhadores (BRASIL, 2009).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2012), a produção brasileira em 2012, atingiu 50,5 milhões de sacas, em uma área produtiva de mais de dois milhões de hectares, em cerca de 1.900 municípios e 14 diferentes Estados. O café está em quinto lugar no *ranking* dos embarques do agronegócio brasileiro. O produto rendeu, em 2012, US\$5,18 bilhões com as vendas externas realizadas principalmente para a Alemanha, Estados Unidos, Itália e Japão. A maior demanda é pelo café verde seguido do solúvel e do torrado e moído (BRASIL, 2012).

Conforme a ABIC (2013), o país se destaca também como o segundo maior consumidor de café. Em 2012, foi registrado o consumo de 20,33 milhões de sacas, 3,09% superior que o consumo de 2011.

A maior produção de café está em Minas Gerais, com 43,92% do total nacional, sendo 98,9% do tipo arábica. O Estado se destaca como o maior produtor nacional de café, com uma área de mais de um milhão de hectares

(48,8% da área produtora do Brasil) e produção de 22,18 milhões de sacas (CONAB, 2012).

O café é produzido em 620 municípios mineiros, o que representa 72% do total. Em torno de 25% da produção nacional e 30% da produção em Minas Gerais é de origem familiar (75% dos cafeicultores) e cerca de 60% deste universo produz em áreas de até cinco hectares, caracterizando a cultura como a principal fonte de renda agrícola e desenvolvimento social (BRASIL, 2006). Segundo Coelho (2005), a cafeicultura familiar emprega em torno de 1,8 milhões de pessoas/ano, além de priorizar o desenvolvimento de sistemas agroecológicos de produção.

2.2 Sistemas de cultivo do cafeeiro

Segundo Carvalho (2002), antes de 2000 a cafeicultura passou por uma significativa reestruturação, modificando tanto a organização interna entre os elos da cadeia agroindustrial, como as práticas de condução das lavouras pelo produtor rural. Assim, sistemas alternativos de produção foram surgindo com o objetivo de aumentar a competitividade dessa cultura.

O cultivo de café sob o sistema convencional, com utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos de amplo espectro, corresponde à quase totalidade dos plantios brasileiros, o que mantém o produtor dependente de recursos externos à propriedade, elevando o custo de produção e inviabilizando a sustentabilidade do agroecossistema cafeeiro (THEODORO, 2001). Além disso, o sistema convencional de manejo da cafeicultura também é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas, formado geralmente por plantas geneticamente similares selecionadas com o propósito de aumento de produtividade (LOPES et al., 2012).

Em função dessa dependência do produtor convencional, associado à busca por mercados mais exigentes, diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro foram desenvolvidos e podem ser encontrados hoje na cafeicultura moderna:

a) o principal 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 ou organo-mineral é fundamentado na não utilização de agrotóxicos, o que representa um passo para outros sistemas menos agressivos;

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) 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). Este, apesar de pouco representativo em relação ao convencional (representando 0,3% da área total de café, segundo Giomo, Pereira e Bliska (2007), vem se tornando uma importante opção comercial em função da crescente procura por alimentos mais saudáveis, isentos de resíduos químicos, e que ofereçam menor risco ao ecossistema. Além disso, esse sistema de cultivo proporciona vantagens econômicas ao produtor, devido à valorização e a menor variação nos preços de seus produtos (CAIXETA; PEDINI, 2002; SILVEIRA et al., 2010); f) e os sistemas consorciados (convencionais ou orgânicos), que objetivam a melhoria das condições químicas e físicas do solo por meio da consorciação com leguminosas e/ou gramíneas.

No entanto, trabalhos que comparem os efeitos desses sistemas citados sobre a artropodofauna são muito poucos. A incidência de pragas e de inimigos naturais é mais conhecida nos sistemas convencionais de cultivo de café.

2.3 Pragas do cafeeiro

O cultivo do cafeeiro apresenta mais de 850 espécies de insetos que atacam as diferentes partes da planta, sendo responsáveis por danos diretos à produção devido às injúrias nos frutos, nas folhas e nas raízes das plantas, ocasionando perdas na produção e na qualidade do produto (LE PELLEY, 1968; REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

De acordo com Reis, Souza e Venzon (2002), embora possa haver diferenças entre as regiões cafeeiras, as principais pragas da parte aérea da cultura são: a) A broca-do-café, *H. hampei*, um pequeno besouro de cor preta reluzente, medindo a fêmea cerca de 1,70 mm de comprimento por 0,7 mm de largura, enquanto o macho mede 1,2 mm de comprimento por 0,5 mm de largura. *H. hampei* é uma das pragas mais severas do cafeeiro em todo o mundo, pois ao atacar os frutos nos diferentes estádios de maturação, reduz a produtividade e a qualidade do produto. A fêmea desta praga, após o acasalamento, perfura o fruto iniciando uma galeria até atingir a semente, local onde realiza sua postura. A oviposição é feita tanto em frutos verdes, com a semente formada, como também em frutos maduros (cerejas) e secos, geralmente na região da coroa. Esses frutos geralmente caem em consequência dessa injúria (BENASSI, 1989; REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

Essa praga é a responsável pelos maiores danos diretos à cultura. As larvas perfuram os frutos destruindo-os parcial ou totalmente e, dessa forma, pode-se enumerar os seguintes prejuízos e/ou danos à cafeicultura: queda de frutos novos; perda de peso dos frutos; redução do peso dos grãos e perda da qualidade pela depreciação do café na sua classificação por tipo (REIS; SOUZA; MELLES, 1986). b) O bicho-mineiro, *L. coffeella*, é um microlepidóptero cujos adultos apresentam coloração prateada, medem 6,5 mm de envergadura e possuem asas franjadas (REIS; SOUZA; VENZON, 2002; SOUZA; REIS;

RIGITANO, 1998). A espécie *L. coffeella* é considerada a principal praga do cafeeiro no Brasil pelo menos desde 1972, apesar de seus danos à produção serem indiretos. Este inseto é favorecido por sistemas agrícolas em condições climáticas de baixa umidade relativa e temperatura elevada. Segundo Gallo et al. (2002), o bicho-mineiro tem ocorrido de forma contínua, em período de seca e chuvas, a partir da década de 1970, em função da ocorrência de ferrugem e da abertura de novas fronteiras em áreas de cerrado para o cultivo do café.

As injúrias são provocadas pelas lagartas, que afetam a produtividade devido à redução da área foliar, e em altas infestações provocam desfolha nas plantas. A desfolha acentuada próxima ao período de floração é muito prejudicial à produção em razão do baixo vingamento de frutos e baixo rendimento (frutos grandes com maior volume de casca). Na região Sul de Minas Gerais foi constatada 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). c) Três principais espécies de ácaros fitófagos são encontradas na cafeicultura: o ácaro vermelho *O. ilicis*, o ácaro-da-mancha-anular *B. phoenicis*, e o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae).

O ácaro-vermelho vive na face adaxial das folhas do cafeeiro que são cobertas por teias, utilizadas como abrigo pela praga. O sintoma do ataque desta espécie de ácaro é o “bronzamento” das folhas, sendo que em épocas mais secas e quentes pode ocorrer a desfolha das plantas. As maiores infestações ocorrem nas épocas secas e em tempos de grande estiagem, já que a chuva elimina facilmente estes artrópodes (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

Brevipalpus phoenicis é encontrado na face abaxial das folhas e próximos a coroa no fruto. Essa espécie está associada à virose mancha - anular do cafeeiro, apresentando como sintomas manchas cloróticas nas folhas e frutos, provocando desfolha no terço inferior das plantas (REIS, 2000). Segundo

Chiavegato (1986), o ciclo de vida desse ácaro é influenciado principalmente pela temperatura. Spongowski, Reis e Zacarias (2005) afirmam que o ácaro vermelho *O. ilicis* e o ácaro plano *B. phoenicis* são considerados os principais ácaros fitófagos do cafeeiro.

Já, o ácaro-branco é responsável por ataques às folhas novas, que ficam deprimidas na parte central com os bordos virados para baixo devido ao crescimento desuniforme do limbo foliar, desenvolvendo necroses e rasgaduras. Esta praga, ao contrário do ácaro-vermelho do cafeeiro, ocorre em locais de alta umidade (REIS; ZACARIAS, 2007).

2.4 Inimigos naturais das pragas do cafeeiro

a) broca-do-café: dentre os principais inimigos naturais da broca-do-café estão espécies de parasitoides (Hymenoptera), com destaque para quatro espécies africanas: *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera, Bethyridae) e *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae), os quais são ectoparasitoides solitários de larvas, pré-pupas e pupas; *Heterospillus coffeicola* Schimideknecht, 1924 (Hymenoptera: Braconidae), uma vespa de vida livre que deposita o ovo junto a ovos agrupados de *H. hampei*, predando-os ao eclodir; e *Phymastichus coffea* LaSalle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae), um endoparasitoide gregário que ataca os adultos da broca durante a etapa de perfuração do fruto (HANSON; GAULD, 2006; RODRÍGUEZ DEL BOSQUE; ARREDONDO BERNAL, 2007).

O parasitoide *P. nasuta*, conhecido vulgarmente como vespa-de-Uganda, foi introduzido no Brasil em 1929 sendo utilizado no controle biológico durante anos, criado e liberado inicialmente no estado de São Paulo e, em seguida nos outros estados. Em coletas realizadas posteriormente, foi observada a ocorrência deste inimigo natural em diferentes localidades produtoras, inclusive no

município de Lavras, MG (BENASSI, 2007; BENASSI; BERTI FILHO, 1989; REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

O gênero *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethyilidae) também foi encontrado parasitando a broca-do-café nos levantamentos acima citados, mesmo sem ter sido liberado no país. É considerado o inimigo natural mais importante desta praga, sendo considerado como o mais expressivo no controle biológico de *H. hampei* (SOUZA et al., 2006).

No Brasil, existem poucos registros de predadores da broca, sendo que apenas a espécie *Crematogaster curvispinosus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) é citada como predadora dessa praga (REIS; SOUZA, 1998). Segundo Armbricht, Rivera e Perfecto (2005) e Bustillo, Cardenas e Posada (2002), na Colômbia, sete gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae) foram observadas atacando *H. hampei*, ou seja, *Solenopsis*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Paratrechina*, *Crematogaster* e *Brachymyrmex*, sendo *Solenopsis picea* Forel, 1903, muitas vezes o predador mais eficiente de *H. hampei* em plantações de café.

No oeste do Quênia, em um sistema de produção de café orgânico, Jaramillo et al. (2010) observaram pela primeira vez adultos do tripes *Karnyothripes flavipes* (Jones, 1912) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) alimentando-se de fases imaturas de *H. hampei*. A confirmação do papel de *K. flavipes* como um predador de *H. hampei* foi realizada por meio da análise do conteúdo molecular do intestino do tripes.

b) bicho-mineiro: o controle biológico do bicho-mineiro é realizado principalmente por parasitoide das espécies *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1914, *Proacrias coffeae* Ihering, 1914, *Horismenus aeneicollis* Ashmead, 1904, *Tetrastichus* sp. e *Cirrospilus* sp., pertencentes a família Eulophidae; e os braconídeos *Stiropius letifer* (Mann, 1872), *Calyptus punctatus* (Ratzeburg, 1852) e *Mirax* sp. Estes parasitoides controlam as populações de bicho-mineiro

em condições naturais, depositando seus ovos diretamente nas larvas no interior da folha minada, apresentando cerca de 18% de eficiência no parasitismo (MELLO et al., 2007; PARRA et al., 1977; REIS; SOUZA, 2002).

Santos (2008) avaliou a diversidade de vespas parasitoide em culturas de café orgânico e convencional em uma área de vegetação nativa no município de Piatã, BA. Foram coletados 14.077 espécimes de himenópteros parasitoide distribuídos em 9 superfamílias e 28 famílias.

Segundo Lomeli-Flores, Barrera e Bernal (2009), a dinâmica populacional do bicho-mineiro é fortemente afetada por condições físicas do ambiente e por inimigos naturais, particularmente as larvas. Avaliando o impacto dos inimigos naturais sobre a dinâmica populacional do bicho-mineiro no México, por meio de levantamentos no campo e análises de tabela de vida, os autores coletaram 22 espécies de parasitoides larvais (incluindo 14 morfoespécies) responsáveis por aproximadamente 10% de mortalidade real da praga, e 17 espécies de predadores (incluindo 5 morfoespécies) sendo a maioria formigas (Formicidae, 14 espécies) responsáveis por aproximadamente 58% de mortalidade.

De maneira geral, poucos são os trabalhos sobre a diversidade de himenópteros parasitoide em agroecossistemas, sendo escassas também as literaturas a respeito da composição faunística desse grupo em cultivo de café (PERIOTO et al., 2004; SANTOS, 2007; SOUZA et al., 2006).

Vários trabalhos também indicam as vespas predadoras como inimigos naturais eficientes no controle do bicho-mineiro (GRAVENA, 1992; PARRA et al., 1977; REIS; SOUZA; VENZON, 2002). Estes trabalhos citam as espécies *Protonectarina sylveirae* (De Saussure, 1854) *Protopolybia* sp., *Polybia scutellaris* (White, 1841), *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791), *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824), *Synoeca surinama cyanea* (Fabricius, 1775), *Polistes* sp., e *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854) predando *L. coffeella*.

Segundo Reis e Souza (2002), em Minas Gerais, o controle biológico do bicho-mineiro por predadores ocorre principalmente por vespas sociais, podendo chegar a uma eficiência de 70%. Outros trabalhos, como de Carvalho et al. (1994) e Ecole et al. (2002), registram a eficiente atividade predatória do bicho-mineiro por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Segundo Ecole et al. (2002), *C. externa* pode estar colaborando na regulação populacional do bicho-mineiro, predando pré-pupas e pupas nos ecossistemas cafeeiros. Venzon et al. (2006) afirmaram que este predador é comumente encontrado em agroecossistemas cafeeiros.

Apesar da diversidade de inimigos naturais associados ao controle natural do bicho-mineiro e da broca-do-café, diversos fatores podem influenciar na sobrevivência e permanência desses agentes de controle em áreas de monocultura. A falta de alimento para adultos, a falta de hospedeiros/presas alternativos e assincronia de ciclos de vida, são exemplos de fatores que afetam a estabilidade da ocorrência desses organismos e interferem na regulação das populações das espécies pragas (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000). Além disso, Reis Junior, Souza e Vilela (2000) consideraram para o bicho-mineiro, a possível ocorrência de predação intraguilida, pois as vespas predadoras não conseguiriam distinguir entre larvas parasitadas e não parasitadas, interferindo no controle biológico natural efetuado pelos parasitoides.

c) ácaros do cafeeiro:

Os ácaros-praga são constantemente atacados por predadores (insetos e ácaros), e a família Phytoseiidae de ácaros predadores, numericamente, é a principal e a mais encontrada no agroecossistema cafeeiro. No Brasil, foram relatadas 144 espécies em 25 gêneros (MORAES et al., 2004).

Segundo Franco et al. (2008), Reis (2000) e Spongoski, Reis e Zacarias (2005), várias espécies de ácaros predadores pertencentes a família Phytoseiidae podem ser encontrados no agroecossistema cafeeiro, como: *Euseius concordis*

(Chant, 1959), *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959), *Amblyseius compositus* Denmark e Muma, 1973, *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972, *Euseius citrifolius* Denmark e Muma, 1970 e *Euseius alatus* DeLeon, 1966, atuando sobre os principais ácaros fitófagos *B. phoenicis*, *O. ilicis* e *P. latus*, mantendo-os em baixa população e consequentemente diminuindo os prejuízos à cultura e o número de aplicações de produtos fitossanitários.

A flutuação populacional do ácaro *B. phoenicis* em cafeeiro foi estudada por Reis et al. (2000). Os autores observaram que as espécies mais abundantes de ácaros predadores pertencem à família Phytoseiidae: *E. alatus* (58%), *A. herbicolus* (33,6%), *A. compositus* (6,9%) e *I. zuluagai* com 1,5% do total de ácaros predadores encontrados. Segundo os autores, essa composição pode variar conforme a região e a época do ano em que for feito o levantamento.

Pedro Neto (2009), estudando o efeito do manejo das plantas adventícias na diversidade de ácaros em cafeeiro produzido organicamente, concluiu que o manejo de plantas adventícias na entrelinha do cafeeiro (roçadas e capinas em área total e em ruas alternadas), influenciou positivamente no número do ácaro predador *E. citrifolius* e o não manejo foi benéfico aos ácaros predadores *E. concordis* (Chant, 1959) (Phytoseiidae) e *Neoseiulus affs mumai* (Denmark, 1965) (Phytoseiidae).

A diversidade de Hemerobiidae (Neuroptera) em cafeeiros e sua relação com diversas pragas, entre elas, os ácaros *O. ilicis* e *B. phoenicis* foi avaliada por Lara, Perito e Freitas (2010). Foram encontrados 882 exemplares de hemerobiídeos e observadas correlações negativas e significativas entre as ocorrências de *Symphorobius miranda* (Navás, 1920) e *O. ilicis* e entre as de *Nusalala tessellata* (Gerstaecker, 1888) e *O. ilicis*. Segundo os autores, as correlações mostraram que os Hemerobiidae, predadores generalistas, foram favorecidos pelo constante suprimento de presas que ocorreram na cultura do café.

O conhecimento dos diferentes artrópodes, em especial as pragas e seus inimigos naturais, e a relação entre eles, são de fundamental importância para se estabelecer estratégias de manejo ecologicamente corretas. De acordo com Venzon, Pallini e Amaral (2007), há carência de tecnologias para o controle de pragas em sistemas de produção orgânica de café e a maioria das práticas utilizadas atualmente não tem sua eficiência comprovada cientificamente. Venzon, Pallini e Amaral (2001) afirmaram ainda que muitas dessas práticas foram empregadas sem que se tivesse o conhecimento dos processos ecológicos envolvidos.

2.5 A diversificação como estratégia de manejo de pragas

A fragmentação de habitats nativos resulta na perda de habitats naturais importantes para a conservação da biodiversidade (DIAS et al., 2008). Entretanto, a ocupação da paisagem por agroecossistemas não a transforma necessariamente em um ambiente completamente inóspito a todas as espécies nativas. Os agroecossistemas podem ser posicionados em um gradiente de distúrbio do mais agressivo ao mais brando (ALTIERI, 1994).

A manutenção de vegetação adjacente a culturas é importante na estratégia de conservação de inimigos naturais de pragas (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003). Mudanças na estrutura da paisagem tais como redução da proporção de fragmentos de vegetação nativa ou aumento de seu isolamento, podem alterar a habilidade dos inimigos naturais de se dispersar, ocorrendo, assim, redução no tamanho das populações regionais (JONSEN; FAHRIG, 1997). A implicação dessa perda de habitat para o controle biológico de pragas deve ser levada a sério, pois dados científicos demonstram que há um aumento da abundância dos insetos praga em paisagens agrícolas homogêneas (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

Segundo Altieri e Letourneau (1982), o decréscimo da diversidade vegetal pode afetar seriamente a abundância e a eficiência dos inimigos naturais que dependem da complexidade do habitat para a obtenção de presas/hospedeiros alternativos.

Com o aumento da diversidade no ambiente, os inimigos naturais podem ser auxiliados de várias maneiras, desde que se promova a correta diversidade de plantas. De acordo com Landis, Wratten e Gurr (2000), não são quaisquer tipos de plantas que devem ser preservadas ou introduzidas no ambiente, pois esta escolha depende das necessidades dos inimigos naturais que se pretende conservar e, portanto deve-se conhecer quais os pontos-chave para estabelecer a correta diversidade. Estes pontos principais são os seguintes: a) oferta de alimento alternativo para os adultos, como néctar, pólen e substâncias açucaradas, o que aumenta a eficiência e fecundidade de predadores e parasitoides; b) disponibilidade de abrigo e microclima adequado para os inimigos naturais, possibilitando o refúgio quando há estresse ambiental; c) permitir o desenvolvimento de presas e hospedeiros alternativos para os inimigos naturais, permitindo sua sobrevivência quando as pragas estão ausentes; d) possibilitar a manipulação dos recursos para os inimigos naturais, manejando as épocas de plantio, colheita, podas e roçadas, antecipando a colonização pelos inimigos naturais e, finalmente; e) arranjar espacialmente as plantas selecionadas de modo a favorecer a movimentação dos entomófagos na área (ALTIERI, 1994; CORTESERO; STAPEL; LEWIS, 2000; GRAVENA, 1992; LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; VERKERK; LEATHER; WRIGHT, 1998).

Amaral et al. (2010) avaliaram o efeito do aumento da diversidade da vegetação na população do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *L. coffeella*, em Heliódora – MG. Foram estudados dois sistemas de produção de café orgânico, o sistema arborizado (associado com plantas de banana) e o sistema não

arborizado (associado com o guandu). A inclusão de diferentes espécies de adubos verdes (leguminosas) nos dois sistemas proporcionou o aumento da diversidade. Os autores concluíram que o aumento da diversidade de plantas associadas ao cafeeiro não influenciou o ataque de *L. coffeella* e a incidência dos seus parasitoides nos dois sistemas estudados. No entanto, com o aumento da diversidade constataram a redução da proporção de minas predadas nos sistemas arborizados e o aumento da predação nos sistemas não arborizados.

O aumento da diversidade não significa, necessariamente, a redução populacional de herbívoros. Em alguns casos, os herbívoros também podem se beneficiar dos recursos oferecidos pelas plantas associadas. Portanto, é necessário e importante o aumento estratégico da vegetação para que ocorra o incremento da população de inimigos naturais e conseqüente redução da população de herbívoros (VENZON et al., 2005).

A diminuição da incidência de pragas por meio da diversificação da vegetação tem sido bastante estudada. Esta prática se constitui em uma importante estratégia de controle biológico conservativo que pode ser utilizada por produtores orgânicos, inclusive em sistemas cafeeiros.

2.6 Sistemas de produção do cafeeiro e biodiversidade

Segundo Altieri e Letourneau (1982), a instabilidade dos agroecossistemas manifesta-se à medida que o agravamento de muitos problemas com pragas torna-se cada vez mais relacionado à expansão das monoculturas e à eliminação da vegetação natural, o que reduz a diversidade do habitat local. Este modelo agrícola de implantação de áreas extensivas de monoculturas tem alto impacto sobre os recursos naturais, como a água e o solo, sobre os processos biológicos vitais para o agroecossistema, particularmente a

ciclagem de nutrientes e a regulação de populações de espécies pragas, que são mediados por microorganismos e componentes da comunidade biótica.

Na monocultura do café, este fato é percebido pelos frequentes surtos de espécies pragas, os quais têm contribuído para a constante necessidade de intervenção por meio da aplicação de produtos fotossanitários para o seu controle. No entanto, essa prática pode colaborar ainda mais para a desestruturação desses sistemas agrícolas já que muitos dos produtos utilizados dizimam também as populações de diversas espécies de insetos benéficos, entre eles os inimigos naturais, os quais contribuem na regulação desses artrópodes prejudiciais.

A criação de condições para a conservação da biodiversidade em um agroecossistema pode permitir o estabelecimento de estratégias adequadas para o efetivo funcionamento da regulação de insetos-praga, ou seja, havendo uma maior diversidade de vegetais, de animais e de organismos no solo num sistema de produção, maior será a heterogeneidade da comunidade de insetos benéficos (ALTIERI; PONTI; NICHOLLS, 2007).

Conforme Tschardt et al. (2005), nos anos de 1980 a 2000 ocorreu uma perda de biodiversidade mundial numa escala sem precedentes como consequência da intensificação da agricultura. Estudos sobre a diversidade de uma região têm ganhado destaque em função da rápida mudança ambiental dos ecossistemas naturais para áreas de plantação de culturas (YAMADA, 2001).

Perfecto et al. (2005) comentam que na América Latina, o café, tradicionalmente cultivado em um sistema sombreado, abriga uma grande biodiversidade de organismos, no entanto, a recente tendência de redução desta cobertura com o objetivo de aumentar a produção, levanta preocupações sobre a perda potencial da biodiversidade. Tal preocupação, segundo os autores, deu origem a uma variedade de programas de conservação, inclusive a certificação de cafés sombreados, uma estratégia de conservação baseada no mercado.

Agroecossistemas cafeeiros têm recebido uma atenção considerável por sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade (MOGUEL; TOLEDO, 1999; TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009). Vários estudos têm documentado as perdas da biodiversidade (diminuição da riqueza) devido à intensificação do manejo na cultura do café, entretanto ainda persistem dúvidas sobre a sensibilidade relativa de cada táxon e grupos funcionais e se as implicações para conservação da biodiversidade variam entre as regiões estudadas (PHILPOTT et al., 2008).

Na Indonésia, Klein et al. (2002) estudaram os efeitos da intensidade do uso do solo em sistemas Agroflorestais Tropicais sobre as abelhas e vespas que visitam as flores do cafeeiro e concluíram que o uso intensivo do solo não afeta todas as espécies de abelhas e vespas da mesma forma. As abelhas solitárias, por exemplo, lucraram com a intensidade de uso do solo, já que nestes locais são encontrados campos abertos para nidificação. Segundo Michener (1979 citado por KLEIN et al., 2002), ninhos de abelhas solitárias não estão adaptadas à alta umidade dos trópicos. Neste estudo os autores observaram que quase todos os ninhos de abelhas solitárias poderiam ser encontrados apenas em locais fora da floresta, pouco sombreados.

Na Colômbia, Armbrecht, Rivera e Perfecto (2005) estudaram a diversidade de formigas em plantações de café sombreado onde uma ou várias árvores de sombra diferentes foram utilizadas e comparou-o ao café não sombreado. Eles constataram que o número de espécies de formigas e as suas associações ecológicas diminuíram com a intensificação do manejo da cultura, ou seja, café com menor diversificação de sombra e não sombreados. Em plantações de café não sombreado, *Solenopsis picea* (Forel, 1903) e *Pheidole radoszkowski* Mayr, 1884, podem competir e excluir outras espécies de formigas. Neste sistema de produção não sombreado, estas espécies foram encontradas em grande número e amplamente distribuídas.

Philpott et al. (2008) constataram que a riqueza de espécies de formigas, pássaros e árvores foi maior nas florestas e sistemas de cultivo de café rústico (altamente sombreados e diversificados) e menor em outros sistemas de manejo, especialmente nos sistemas de cultivo a pleno sol.

A resposta sazonal da comunidade de ácaros em cafeeiros conduzidos em diferentes sistemas agroflorestais (sistema agroflorestal com sombreamento simples, agroflorestal com sombreamento complexo e agroflorestal abandonado) no Equador foi avaliada por Teodoro, Klein e Tschardtke (2009) os quais concluíram que, na estação seca, a riqueza de espécies de ácaros foi negativamente afetada pela intensificação do manejo, com mais espécies nos sistemas agroflorestais menos perturbados (abandonados) em comparação com o sistema agroflorestal simples.

Vergara e Badano (2009) analisaram os efeitos da diversidade de insetos polinizadores na produção de frutos no cafeeiro em quatro diferentes sistemas de produção e manejo. Em todos os casos, a produção de frutos foi positivamente relacionada com a riqueza de espécies e a diversidade de polinizadores. Além disso, a produção de frutos foi maior nos sistemas de menor intensidade de manejo. Estes resultados sugerem que a diversidade dos insetos polinizadores pode ser influenciada pelo sistema de manejo utilizado pelos produtores e que esses efeitos podem ter fortes consequências sobre a produção de café.

O potencial de predação de formigas, que nidificam em galhos, sobre a broca-do-café (*H. hampei*) foi estudado por Larsen e Philpott (2010). Os autores avaliaram também a predação sob quatro diferentes técnicas de manejo de sombreamento do cafeeiro (policultura tradicional, policultura comercial, monocultura de sombra e duas áreas com árvores de sombra podadas em diferentes estágios de regeneração). Segundo os autores, os resultados demonstraram que a predação sobre a broca foi significativa no sistema de policultura tradicional, o qual também apresentou os maiores índices de

infestação. A riqueza e diversidade de formigas foram semelhantes nos sistemas estudados, possivelmente porque estas formigas habitam ramos de café independentemente se as plantas crescem a sombra ou a pleno sol, portanto a diversidade destas formigas é menos afetada pelos níveis de sombreamento.

No Brasil, Santos (2008) avaliou a diversidade de vespas parasitoides em culturas de café manejadas em dois diferentes sistemas, o orgânico e o convencional e uma área de vegetação nativa no município de Piatã, BA. Foram coletados 14.077 espécimes de himenópteros parasitoides distribuídos em 9 superfamílias e 28 famílias. O autor concluiu que as áreas de coleta foram bastante similares ocorrendo maior proximidade entre os locais com o cultivo de café. A família Braconidae foi mais freqüente na vegetação nativa e a família Ichneumonidae mais freqüente no café orgânico e convencional.

A avaliação da macrofauna epigeica do solo sob diferentes sistemas de manejo orgânico de produção de café (orgânico convencional, orgânico adensado, orgânico enriquecido com espécies arbóreas, orgânico com maior diversidade de espécies introduzidas e vegetação nativa) foi realizada por Portilho e Silva (2008) em Mato Grosso do Sul. A maior densidade total e riqueza de grupos de macroinvertebrados do solo foram observadas no sistema com café orgânico enriquecido com espécies arbóreas quando comparado ao sistema orgânico convencional, sem a presença de outras espécies.

Altieri, Silva e Nicholls (2003) relataram a importância da identificação do tipo de biodiversidade que é desejável manter e/ou aumentar de forma a gerar serviços ecológicos e, assim, determinar as melhores práticas que estimularão os componentes desejados da biodiversidade. Segundo Zucchi (2002), o conhecimento da biodiversidade,

por meio da coleta e identificação dos organismos associados a uma cultura e outras plantas ao seu redor, constitui a primeira etapa do planejamento do manejo de pragas.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. New York: Food Products, 1994. 185 p.
- ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Oxford, v. 1, p. 405-430, 1982.
- ALTIERI, M. A.; PONTI, L.; NICHOLLS, C. I. Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 20-23, 2007.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- AMARAL, D. S. et al. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mêneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- ARMBRECHT, I.; RIVERA, L.; PERFECTO, I. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter and assemblage of Colombian coffee plantations. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, n. 3, p. 897-907, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Indicadores da indústria de café no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- BENASSI, V. L. R. M. **A broca do café**. Vitória: EMCAPA, 1989. 63 p. (Documentos, 57).
- _____. Parasitoide da broca-do-café no Brasil: histórico e perspectiva. In: MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ: WORKSHOP INTERNACIONAL, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2007. p. 282.

BENASSI, V. L. R. M.; BERT-FILHO, A. Nota sobre a ocorrência de *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera, Bethyridae) parasitando a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera, Scolytidae) no Estado do Espírito Santo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 64, n. 1, p. 105-106, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe estatístico do café**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Estatistica/Caf%C3%A9/Informe%20Caf%C3%A9%20-%20Novembro-2012.xls>. Acesso em: 28 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de produção e Agroenergia. **Relatório do grupo de trabalho: análise estrutural da cafeicultura brasileira**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/>>. Acesso em: 25 out. 2009.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Portal da Secretaria da Agricultura Familiar**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

BUSTILLO, A. E.; CARDENAS, R.; POSADA, F. J. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) in Colômbia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 635-639, Oct./Dec. 2002.

CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. Cafeicultura orgânica: conceitos e princípios. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 15-20, jan./abr. 2002.

CARVALHO, G. R. **Avaliação de sistemas de produção de café na região sul de Minas Gerais: um modelo de análise de decisão**. 2002. 68 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

CARVALHO, G. A. et al. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 335-339, ago. 1994.

CHIAVEGATO, L. G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 813-816, 1986.

COELHO, F. M. G. O café num outro retrato do Brasil rural: o lugar da agricultura familiar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 9-16, 2005. Edição especial.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2012, quarta estimativa, dezembro/2012**. Brasília, 2012. 16 p.

CORTESERO, M. A.; STAPEL, J. O.; LEWIS, W. J. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. **Biological Control**, San Diego, v. 17, n. 1, p. 35-49, Jan. 2000.

DIAS, N. S. et al. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.

ECOLE, C. C. et al. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Menèville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 318-324, mar./abr. 2002.

FRANCO, R. A. et al. Dinâmica populacional de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 38-46, 2008.

GALHARDO-COVAS, F. Augmentation of *Mirax insularis* Musebeck. alternative for population control of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville, in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 76, n. 2, p. 43-54, 1992.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIOMO, G. S.; PEREIRA, S. P.; BLISKA, F. M. M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 33-36, 2007.

GRAVENA, S. **Manejo ecológico de pragas do cafeeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 30 p. (Boletim Técnico, 3).

HANSON, P. E.; GAULD, L. D. **Hymenoptera de la región neotropical**. Chicago: The American Entomological Institute, 2006. 994 p.

JARAMILLO, J. et al. Molecular diagnosis of a previously unreported predator-prey association in coffee: *Karnyothripes flavipes* Jones (Thysanoptera: Phlaeothripidae) predation on the coffee berry borer. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 97, n. 3, p. 291-298, Mar. 2010.

JONSEN, I. D.; FAHRIG, L. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 185-197, June 1997.

KLEIN, A. M. et al. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 16, n. 4, p. 1003-1014, 2002.

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, p. 175-201, 2000.

LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W.; FREITAS, S. de. Diversidade de Hemerobiídeos (Neuroptera) e suas associações com presas em cafeeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 115-123, fev. 2010.

LARSEN, A.; PHILPOTT, S. Twig-nesting ants: the hidden predators of the coffee Berry borer in Chiapas, México. **Biotropica**, Washington, v. 42, n. 3, p. 342-347, 2010.

LE PELLE, R. H. **Pests of coffee**. London: Longmans Green, 1968. 590 p.

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.

LOPES, P. R. et al. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 25-38, 2012.

MELLO, T. L. et al. Comunidades de parasitoide 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, jul./ago. 2007.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 1, p. 11-21, 1999.

MORAES, G. J. et al. A revised catalog of the family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 1-494, 2004.

PARRA, J. R. P. et al. 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.

PEDRO NETO, M. **Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em cafeeiro orgânico e convencional**. 2009. 67 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PERFECTO, I. et al. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 54, n. 4, p. 435-446, Sept. 2005.

PERIOTO, N. W. et al. Himenópteros parasitoide (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. 1, p. 41-44, jan./mar. 2004.

- PHILPOTT, S. M. et al. Biodiversity loss in Latin American coffee landscape: review of the evidence on ants, birds, and trees. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 22, n. 5, p. 1093-1105, 2008.
- PORTILHO, I. I.; SILVA, R. F. Macrofauna epigeica em diferentes sistemas de manejo de café orgânico em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 3, n. 2, p. 63-66, 2008.
- REIS, P. R. Onde está o ácaro? **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 17, p. 8-10, jun. 2000.
- REIS, P. R. et al. Flutuação populacional do ácaro da mancha-anular do cafeeiro e seus inimigos naturais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA-Café, 2000. p. 1210-1212.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Insetos na folha. **Cultivar**, Pelotas, v. 4, n. 38, p. 30-33, abr. 2002.
- _____. 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, 1986.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 83-99, jan./abr. 2002.
- REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. **Ácaros em cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 76 p. (Boletim Técnico, 81).
- REIS JUNIOR, R.; SOUZA, O. de; VILELA, E. F. Predators impairing the natural biological control of parasitoids. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 507-514, set. 2000.

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.

RODRÍGUEZ DEL BOSQUEZ, L. A.; ARREDONDO BERNAL, H. C. **Teoría y aplicación de control biológico**. Ciudad del México: Sociedade Mexicana de Control Biológico, 2007. 303 p.

SANTOS, M. C. P. **Diversidade de vespas parasitoide (Hymenoptera: Parasítica) em áreas de cultivo de café (*Coffea arabica*) e em uma área de vegetação nativa localizada no município de Piatã, Chapada Diamantina, Bahia**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

SANTOS, P. S. **Diversidade de himenópteros parasitoide em áreas de mata-de-cipó e cafezais em Vitória da Conquista, BA**. 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

SILVEIRA, D. da et al. **Anuário brasileiro do café 2010**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2010. 128 p.

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. O. **Bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado**. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48 p. (Boletim Técnico, 54).

SOUZA, M. S. de et al. Ocorrência de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyilidae) em Cafezais da Amazônia Brasileira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 560-562, jul./ago. 2006.

SPONGOSKI, S.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 9-17, jan./fev. 2005.

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.

TSCHARNTKE, T. et al. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: ecosystem service management. **Ecology Letters**, Oxford, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005.

VENZON, M. et al. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, May/June 2006.

_____. Tecnologias alternativas para o controle de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 76-84, 2005. Edição especial.

VENZON, M.; PALLINI, A.; AMARAL, D. S. S. L. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 19-28, 2001.

_____. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro em sistemas orgânicos de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 37-40, fev. 2007.

VERGARA, C. H.; BADANO, E. I. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: the importance of rustic management systems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 129, n. 1/3, p. 117-123, Jan. 2009.

VERKERK, R. H. J.; LEATHER, S. R.; WRIGHT, D. J. The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 88, n. 5, p. 493-501, Oct. 1998.

YAMADA, M. V. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em área de Mata Atlântica do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo, SP.** 2001. 80 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

ZUCCHI, R. A. A taxonomia e o controle biológico de pragas. In: PARRA, R. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoide e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p. 17-27.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 Influência de sistemas de cultivo do cafeeiro na diversidade de insetos

Lêda G. Fernandes¹
Luis Cláudio P. Silveira
Vitor B. Tomazella
Brígida Souza

Normalizado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003)

¹ Email para correspondência: ledagf@yahoo.com.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a diversidade da entomofauna em quatro sistemas de cultivo do cafeeiro utilizados em regiões produtoras no Sul de Minas Gerais. Foram selecionadas três propriedades de quatro sistemas de produção, convencional a pleno sol (CON), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e agroflorestal natural (NAT). Os insetos foram amostrados por meio de coletas com armadilhas Moericke, com 15 cm de diâmetro e 4,5 de profundidade, contendo solução salina para conservação dos insetos. Estas foram fixadas em estacas de bambu e permaneceram a 0,5 m do solo. Em cada propriedade foram demarcados cinco pontos de amostragem e em cada ponto foi instalada uma armadilha a qual permaneceu ativa por um período de 72 horas. Foram avaliados os parâmetros ecológicos: suficiência amostral, abundância, riqueza, diversidade e similaridade. Foram coletados 4.342 insetos distribuídos em 11 ordens e 61 famílias, sendo que as curvas de acumulação e de rarefação indicaram que as espécies presentes foram potencialmente amostradas. Não foi constatada diferença significativa para a abundância de insetos entre os sistemas, mas sim para diversidade e riqueza de espécies. Maiores valores de riqueza foram constatados nos sistemas NAT e SAT, e de diversidade no sistema NAT. As famílias Cicadellidae e Dolichopodidae foram os táxons mais abundantes. Verificou-se maior similaridade entre os sistemas ORG e SAT. A maior diversidade e riqueza de insetos no sistema NAT permite concluir que o tipo de sistema de manejo do cafeeiro influencia a biodiversidade de insetos, e que a diversificação vegetal pode ser responsável por estes resultados.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Biodiversidade. Produção orgânica. Sistema agroflorestal. Entomofauna. Análise faunística.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café (*Coffea* spp.) do mundo e apresenta uma grande diversidade de regiões produtoras, de qualidades de café e de modelos tecnológicos de produção. É também o maior exportador e o segundo maior consumidor de café, ocupando uma área produtiva de 2,3 milhões de ha em cerca de 1.900 municípios de 14 diferentes Estados (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012). O sul do estado de Minas Gerais se destaca como a principal e tradicional região produtora, além de englobar pequenos e médios produtores de cafés de alta qualidade e cafés conduzidos em sistemas alternativos ao convencional.

Diferentes sistemas de cultivo são empregados em cafezais a fim de conquistar mercados e solucionar problemas da dependência da monocultura convencional, dos insumos externos, bem como aos ataques de pragas. O cultivo de café sob o sistema convencional, monocultivo a pleno sol, com utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos de amplo espectro, corresponde a quase totalidade dos plantios brasileiros, o que mantém o produtor dependente de recursos externos à propriedade, elevando o custo de produção e diminuindo a sustentabilidade do agroecossistema cafeeiro (THEODORO, 2001). Grande parte da produção brasileira de café é originada de sistemas com pouca biodiversidade, contrapondo-se à crescente preocupação mundial com o meio ambiente e a qualidade de vida (MOREIRA, 2003).

Segundo Jaramillo-Botero, Martinez e Santos (2006), na maioria dos países produtores o café é cultivado sombreado, no Brasil, esse sistema é uma exceção. O sistema convencional de cultivo tende a simplificar o ambiente, substituindo a diversidade da natureza por uma única espécie, o que pode tornar esses ambientes ecologicamente simplificados e altamente dependentes (MOREIRA, 2003).

Em função dessa dependência do produtor convencional, associada à busca por mercados mais exigentes, diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro foram desenvolvidos e podem ser encontrados hoje na cafeicultura moderna, como por exemplo, os orgânicos, sombreados ou a pleno sol, os agroflorestais, os agroecológicos, os biodinâmicos, entre outros. Contudo, poucas informações sobre a biodiversidade, especificamente sobre a entomofauna encontrada nesses sistemas de produção são encontradas, com exceção para os sistemas convencionais.

Agroecossistemas cafeeiros têm recebido uma atenção considerável por sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade (GORDON et al., 2007; MOGUEL; TOLEDO, 1999; TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009). Vários estudos têm documentado as perdas da biodiversidade (diminuição da riqueza) devido à intensificação do manejo na cultura do café, entretanto ainda persistem dúvidas sobre a sensibilidade relativa de cada táxon e grupos funcionais e se as implicações para conservação da biodiversidade variam entre as regiões estudadas (PHILPOTT et al., 2008). Na América Latina, o café, tradicionalmente cultivado em um sistema sombreado, abriga uma grande biodiversidade de organismos, no entanto, a recente tendência de redução desta cobertura com o objetivo de aumentar a produção, levanta

preocupações sobre a perda potencial da biodiversidade (PERFECTO et al., 2005). Tal preocupação, segundo os autores, deu origem a uma variedade de programas de conservação, inclusive a certificação de cafés sombreados. Segundo Teodoro, Klein e Tschardtke (2008), além da biodiversidade, sistemas agroflorestais de cultivo do cafeeiro podem também contribuir para a redução de pragas devido às suas características estruturais de vegetação.

Muitos estudos, realizados em diferentes países e regiões produtoras de café, têm buscado relacionar a conservação de diferentes grupos de organismos com os diferentes sistemas de manejo adotados (ARMBRECHT; RIVERA; PERFECTO, 2005; KLEIN et al., 2002; LARSEN; PHILPOTT, 2010; PHILPOTT et al., 2008; TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009; VERGARA; BADANO, 2009). Na América Latina, de acordo com Perfecto et al. (1996), entre 1981 e 1995 observou-se uma intensificação da produção de café, envolvendo principalmente o uso de variedades de alta produtividade e a redução ou eliminação de árvores de sombreamento. Os autores correlacionam o declínio da biodiversidade com a intensificação da produção.

Apesar de se enfatizar que agroecossistemas possuem seu valor na conservação da biodiversidade ainda não está claro como a biodiversidade pode ser afetada, ao longo do tempo, pelas práticas de manejo (TEODORO, 2007). Por exemplo, capina e poda em sistemas agroflorestais podem determinar variáveis ambientais como temperatura e umidade relativa o que conseqüentemente pode afetar a biodiversidade e densidade de artrópodes no campo (PHILPOTT, 2005). Segundo o autor, a redução do sombreamento em cafezais agroflorestais pode resultar na

perda da diversidade de importantes predadores, como as formigas por exemplo.

Assim, este estudo teve por objetivo avaliar e comparar a diversidade da entomofauna encontrada em quatro sistemas de cultivo do cafeeiro, usualmente utilizados em regiões produtoras no sul de Minas Gerais. O conhecimento da diversidade de insetos é fundamental para estudos ecológicos e de manejo de pragas e, ainda, a importância econômica e ecológica que a cafeicultura representa para a região e para o país justifica estudos sobre o conhecimento mais profundo da artropodofauna presente nestes diferentes sistemas de produção. Pretende-se fornecer bases para o desenvolvimento de programas de conservação da biodiversidade e também permitir uma melhor compreensão da relação de diferentes grupos de insetos com as práticas de manejo da cultura cafeeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

Os levantamentos foram realizados durante os meses de abril e maio de 2010, em dez fazendas de café nos municípios de Machado e Poço Fundo, sul do estado de Minas Gerais, Brasil. A região apresenta temperaturas médias anuais de 19 a 21°C e precipitação média anual de 1.534 a 1.876 mm (SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2007). A cafeicultura sul mineira é bem caracterizada por englobar médios e pequenos produtores de cafés de alta qualidade e de cafés orgânicos. Os meses em que se procederam às amostragens são caracterizados por baixa precipitação pluvial, final de maturação dos frutos e início de colheita.

Foram avaliados os sistemas de produção: convencional a pleno sol (CON), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e agroflorestal natural (NAT). Para cada um deles foi amostrado três talhões representativos, de tamanho variável e com diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. (Tabela 1).

Tabela 1 Talhões experimentais utilizados em cada sistema de cultivo do cafeeiro, com a respectiva área e cultivares de café

Sistema e Município	Talhão (coordenadas, altitude)	Cultivares	Área (ha)
CONVENCIONAL Poço Fundo, MG	1) 21°46'50"S / 46°01'41"O / 1175 m	Catuaí	3,2
	2) 21°46'16"S / 46°00'58"O / 959 m	Catuaí	4,0
	3) 21°46'05"S / 46°01'15"O / 1046 m	Mundo Novo	5,0
SAT Poço Fundo, MG	1) 21°46'02"S / 46°00'48"O / 950 m	Catuaí	5,0
	2) 21°46'01"S / 46°00'31"O / 961 m	Mundo Novo	3,0
	3) 21°45'35"S / 46°00'18"O / 933 m	Catuaí	4,5
ORGÂNICO Poço Fundo, MG	1) 21°46'49"S / 46°01'32"O / 1171m	Catuaí	1,0
	2) 21°46'14"S / 46°01'28"O / 1070 m	Catuaí	3,0
	3) 21°46'20"S / 46°01'03"O / 980 m	Catuaí	4,4
NATURAL Machado, MG	1) 21°36'48"S / 45°57'26"O / 993 m	Rubi	3,0
	2) 21°36'45"S / 45°57'26"O / 993 m	Catuaí	2,5
	3) 21°36'52"S / 45°57'28"O / 1008 m	Mundo Novo	2,5

Nota: Abril e Maio de 2010.

O sistema convencional a pleno sol é embasado no monocultivo com a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos de amplo espectro para o controle de pragas e doenças. O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual, roçadeiras e herbicidas.

O sistema sem agrotóxico - SAT é fundamentado na não utilização de agrotóxicos. Nas propriedades estudadas foram utilizados fertilizantes químicos no solo e orgânicos via foliar, compostagem e palha de café. O manejo de plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual e roçadeira, e o controle de pragas e doenças por meio de aplicação de insumos orgânicos, biofertilizantes e fitoprotetores comerciais (Nutricafé®, Fishfértil®, Viça-café plus®, Celleron® e Supera®) e caldas fitoprotetoras (Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre).

As propriedades sob cultivo orgânico estão fundamentadas em princípios agroecológicos e de conservação dos recursos naturais, utilizando-se fertilizantes orgânicos aplicados no solo e via foliar (farelo de mamona, salitre do Chile, composto orgânico e palha de café) e biofertilizantes e caldas fitoprotetoras para o manejo de pragas e doenças (Nutricafé®, Fishfértil®, Viça-café plus®, Celleron®, Supera®, Supermagro, Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre). O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual e roçadeira.

Os sistemas de produção orgânico e SAT são conduzidos por agricultores familiares pertencentes à cooperativa de produtores familiares de Poço Fundo - MG (COOPFAM), que também usualmente cultivam plantas anuais nas entrelinhas dos cafeeiros, como feijão, fumo e milho, além de bananeiras nos arredores e entre as lavouras como quebra-ventos, as quais também são exploradas economicamente. Estas propriedades mantêm matas adjacentes, além de espécies arbóreas nativas distribuídas aleatoriamente entre as áreas cultivadas. Todas as propriedades orgânicas são certificadas pela certificadora BCS OKO Garântie desde 2002 e pela certificadora Fair Trade desde 1998.

A propriedade conduzida no sistema agroflorestal natural pratica o manejo baseado em conceitos ecológicos, sobretudo a diversificação vegetal, apresentando mais de 60 espécies de árvores entre nativas, leguminosas e frutíferas plantadas de forma aleatória. Nesse sistema não se utiliza nenhum tipo de insumo, sendo conduzido de forma totalmente natural. A nutrição do cafeeiro é feita com subprodutos do café (palha) e, principalmente, com a serrapilheira acumulada por meio dos restos de folhas, ervas espontâneas e galhos oriundos do sistema agroflorestal.

Realizam-se podas anuais, roçada nas entrelinhas até cinco vezes ao ano, capina nas linhas de plantio duas ou três vezes ao ano e desbrota uma vez ao ano. A lavoura está sob esse sistema de manejo desde 1998 e possui certificação orgânica pela BCS OKO Garantie desde 2001.

2.2 Amostragens

Optou-se por fazer duas grandes coletas, realizadas nos meses de abril e maio de 2010 por entendermos que neste período, em função das condições climáticas (temperatura, umidade relativa e precipitação) e também por ser o período de produção do cafeeiro, são favoráveis à incidência dos insetos pragas mais importantes para a cultura na região: bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) e conseqüentemente dos seus inimigos naturais.

Os insetos foram amostrados por meio de coletas com armadilhas Moericke, confeccionadas com pratos plásticos descartáveis, de coloração amarela, com 15 cm de diâmetro e 4,5 cm de profundidade, adaptadas de Perioto et al. (2000). Cerca de 2/3 de seu volume foi preenchido por solução salina concentrada para conservação temporária dos insetos, preparada a partir da diluição de 30 gramas de sal para cada 100 ml de água, acrescidos de gotas de detergente comum. Os pratos plásticos foram fixados em estacas de bambu com o auxílio de aros de arame recozido de 3 mm de diâmetro e permaneceram a 0,5 m do solo.

Em cada uma das propriedades, foram demarcados cinco pontos de amostragem, afastados 50 metros entre si e 50 metros das bordas do talhão, com exceção do sistema agroflorestal natural, onde foram utilizados 15 pontos de amostragem, de modo a manter o esforço amostral. Em cada ponto foi instalada uma armadilha Moericke, a qual permaneceu ativa por um período de 72 horas, quando então foi recolhido o material coletado.

Esse material foi transportado ao Laboratório de Conservação da Biodiversidade do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram realizadas a triagem, a quantificação, a montagem e o armazenamento dos exemplares para identificação.

2.3 Análise faunística e estatística

Foram determinados os índices riqueza de espécies (S), índice de abundância segundo Lamshead, Platt e Shaw (1983), índice de diversidade (H') segundo Shannon e Weaver (1949), índice de similaridade calculado pela análise de Cluster, segundo Pielou (1984) a curva de acumulação de indivíduos e as curvas de rarefação (GOTELLI; COLWELL, 2001). Foram utilizados os softwares Biodiversity Pro® (MCALEECE; LAMBSHEAD; PATERSON, 1997), 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 ACE, que se baseia na riqueza e na abundância de espécies. Os índices de abundância, riqueza e de diversidade H' , bem como os dados das principais famílias coletadas nos quatro sistemas, foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias, e analisados pelo teste de Tukey ou Kruskal-Wallis, com valores de probabilidade menores que 5% ($p < 0,05$), com o software Statistica® (STATSOFT, 2004).

3 RESULTADOS

Nos quatro sistemas avaliados foram coletados 4.342 exemplares de insetos distribuídos em 11 ordens e 61 famílias. As ordens Hemiptera (45,60%), Diptera (33,46%) e Hymenoptera (11,47%) foram as mais abundantes e seus representantes mais abundantes foram: Cicadellidae (36,78%), Dolichopodidae (11,21%), Dixidae (8,96%), Cercopidae (5,50%), Formicidae (5,41%), Culicidae (4,21%), Thripidae (2,28%), Tachinidae (2,21%), Apidae (1,70%) e Fulgoridae (1,40%) (Tabela 2).

Cicadellidae e Dolichopodidae, as famílias mais abundantes, foram responsáveis por quase metade do total de espécimes coletados (48,00%), sendo, ambas, predominantes em todos os sistemas [Cicadellidae: NAT (15,96%), SAT (39,13%), ORG (31,55%) e CON (13,34%), e Dolichopodidae: NAT (16,83%), SAT (32,44%), ORG (30,59%) e CON (20,12%)].

No sistema NAT foi coletado um total de 995 espécimes distribuídos em nove ordens e 50 famílias. As ordens mais abundantes foram Diptera (38,19%), Hemiptera (29,34%), Hymenoptera (21,20%), Thysanoptera (5,42%) e Coleoptera (2,61%). As principais famílias foram Cicadellidae (25,62%), Formicidae (11,45%), Dolichopodidae (8,24%), Culicidae (8,14%) e Dixidae (6,13%).

No sistema SAT coletou-se 1391 espécimes representantes de 10 ordens e 45 famílias. Hemiptera (48,52%), Diptera (37,23%), Hymenoptera (7,69%), Coleoptera (3,01) e Thysanoptera (1,58%) foram as ordens mais abundantes, e

Tabela 2 Número de espécimes de Insecta coletados (abundância), por ordem e família, em cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

Ordem/Família	SISTEMAS				Total	Média	%
	NAT	SAT	ORG	CON			
1. Coleoptera							
1.Chrysomelidae	5	2	2	2	11	0,091	0,25%
2.Cantharidae	1	19	7	1	28	0,234	0,64%
3.Bruchidae	11	14	24	9	58	0,484	1,34%
4.Coccinelidae	2	1	7	1	11	0,091	0,25%
5.Sylphidae	4	6	2	1	13	0,108	0,30%
6.Scolytidae	0	0	2	0	2	0,016	0,04%
7.Lagriidae	0	0	3	0	3	0,025	0,07%
8.Staphylinidae	1	0	0	0	1	0,008	0,02%
9.Lampyridae	1	0	0	0	1	0,008	0,02%
10.Elateridae	1	0	0	0	1	0,008	0,02%
Total	26	42	47	14	129	1,075	2,98%
2. Hymenoptera							
11.Formicidae	114	35	43	43	235	1,958	5,41%
12.Eulophidae	17	13	5	8	43	0,358	0,99%
13.Chalcididae	6	8	10	1	25	0,208	0,58%
14.Apidae	47	6	15	6	74	0,617	1,70%
15.Vespidae	8	4	8	3	23	0,191	0,53%
16.Braconidae	9	13	8	5	35	0,291	0,80%
17.Scoliidae	0	0	0	1	1	0,008	0,02%
18.Trichogrammatidae	4	21	7	14	46	0,384	1,06%
19.Sphecidae	1	0	1	1	3	0,016	0,07%
20.Pompilidae	1	1	0	1	3	0,025	0,07%
21.Ichneumonidae	3	6	0	0	9	0,075	0,21%
22.Evaniidae	1	0	0	0	1	0,008	0,02%
Total	211	107	97	83	498	4,15	11,47%

“Tabela 2, continuação”

Ordem/Família	SISTEMAS				Total	Média	%
	NAT	SAT	ORG	CON			
3. Hemiptera							
23.Aphididae	6	7	6	4	23	0,191	0,53%
24.Tingidae	2	1	0	1	4	0,025	0,09%
25.Cercopidae	3	13	50	173	239	1,991	5,50%
26.Cicadellidae	255	625	504	213	1597	13,420	36,78%
27.Fulgoridae	4	13	39	5	61	0,508	1,40%
28.Pyrrochoridae	0	0	1	0	1	0,008	0,02%
29.Membracidae	8	3	4	6	21	0,175	0,48%
30.Lygaeidae	2	2	0	1	5	0,041	0,11%
31.Coreidae	0	0	1	1	2	0,016	0,04%
32.Miridae	8	1	4	0	13	0,100	0,30%
33.Delphidae	0	8	0	0	8	0,067	0,18%
34.Reduviidae	2	0	0	0	2	0,016	0,04%
35.Tingidae	2	0	0	0	2	0,016	0,04%
36.Largidae	0	2	0	0	2	0,016	0,04%
Total	292	675	609	404	1980	16,491	45,60%
4. Diptera							
37.Bibionidae	4	12	4	12	32	0,267	0,73%
38.Dolichopodidae	82	158	149	98	487	4,092	11,21%
39.Chloropidae	43	58	28	32	161	1,341	0,36%
40.Tachinidae	27	38	15	16	96	0,800	2,21%
41.Otitidae	4	1	1	0	6	0,050	0,13%
42.Aphilidae	0	1	0	0	1	0,008	0,02%
43.Tephritidae	21	12	10	0	43	0,358	0,99%
44.Muscidae	15	18	11	11	55	0,458	1,26%
45.Stratiomyidae	17	10	1	0	28	0,234	0,64%
46.Dixidae	61	167	147	14	389	3,241	8,96%
47.Sarcophagidae	11	9	10	1	31	0,258	0,72%
48.Culicidae	81	29	58	15	183	1,525	4,21%
49.Syrphidae	12	5	9	1	27	0,225	0,62%
50.Tipulidae	2	0	1	0	3	0,025	0,07%

“Tabela 2, conclusão”

Ordem/Família	SISTEMAS				Total	Média	%
	NAT	SAT	ORG	CON			
51.Tabanidae	0	0	0	1	1	0,008	0,02%
Total	380	518	444	201	1453	13,196	33,46%
5. Lepidoptera							
52.Gelechidae	11	4	5	1	21	0,175	0,48%
53.Pyralidae	6	10	0	7	23	0,191	0,53%
54.Nymphalidae	8	3	8	0	19	0,158	0,44%
55.Hesperidae	4	0	0	0	4	0,334	0,09%
Total	29	17	13	8	67	0,583	1,54%
6. Neuroptera							
56.Chrysopidae	0	3	0	1	4	0,034	0,09%
57.Hemerobidae	1	4	2	6	13	0,108	0,30%
Total	1	7	2	7	17	0,141	0,39%
7. Orthoptera							
58.Acridae	1	2	0	0	3	0,025	0,07%
59.Gryllidae	1	0	0	0	1	0,008	0,02%
Total	2	2	0	0	4	0,034	0,09%
8. Thysanoptera							
60.Thripidae	54	22	22	1	99	0,825	2,28%
Total	54	22	22	1	99	0,825	2,28%
9. Blattodea							
61.Blattellidae	0	1	2	0	3	0,025	0,07%
Total	0	1	2	0	3	0,025	0,07%
10. Mantodea							
Total	0	1	1	0	2	0,016	0,04%
11. Tricoptera							
Total	0	0	1	0	1	0,008	0,02%
TOTAL GERAL	995	1.391	1.238	718	4.342	36,54	100,00%

Nota: Nos meses de abril e maio de 2010 em Machado e Poço Fundo, MG.

Cicadellidae (44,93%), Dolichopodidae (11,35%), Dixidae (12,00%), Chloropidae (4,16%) e Tachinidae (2,73%) as famílias com maior abundância.

Um total de 1.238 exemplares foi coletado no sistema ORG, os quais se distribuíram em 10 ordens e 41 famílias. As ordens mais abundantes neste sistema foram: Hemiptera (49,19%), Diptera (35,86%), Hymenoptera (7,83%), Coleoptera (3,80%) e Thysanoptera (1,77%) e as principais famílias foram Cicadellidae (40,71%), Dolichopodidae (12,03%), Dixidae (11,87%), Culicidae (4,68%) e Cercopidae (4,03%).

No sistema convencional de cultivo foram coletados 718 espécimes distribuídos em sete ordens e 38 famílias. As principais ordens foram Hemiptera (56,24%), Diptera (28,00%), Hymenoptera (11,55%), Coleoptera (1,95%) e Lepidoptera (1,11%). Cicadellidae (29,66%), Cercopidae (24,09%), Dolichopodidae (13,64%), Chloropidae (4,45%) e Formicidae (5,98%) foram as famílias mais abundantes.

Apesar de a abundância total de espécimes ter sido numericamente maior nos sistemas SAT (32,03%) e NAT (28,51%), não houve diferença significativa entre os quatro agroecossistemas estudados (Tabela 3). A abundância das famílias representadas também não foi influenciada significativamente pelos sistemas (Tabela 3), no entanto, pode-se verificar que no sistema NAT, Formicidae e Cicadellidae foram as famílias que se destacaram, no sistema SAT foram Cicadellidae e Dixidae, no sistema ORG Cicadellidae e Dolichopodidae, e no CON, Cicadellidae e Cercopidae.

Quanto à diversidade de insetos (Shannon) foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas (Tabela 3). A maior diversidade

foi observada no sistema NAT, diferindo dos demais que apresentaram valores abaixo de um (1,0), indicando que estes sistemas, quanto à diversidade, são semelhantes entre si.

Para a riqueza de espécies também foi constatada diferença significativa ($p < 0,05$). Maiores valores de riqueza foram observados nos tratamentos NAT (25,00) e SAT (22,66) apontando uma semelhança entre estes dois sistemas e menores valores para os sistemas ORG (20,16) e CON (15,50) os quais também são semelhantes entre si e diferentes dos primeiros (Tabela 3).

Tabela 3 Média (\pm erro padrão) da abundância de espécimes de Insecta, por família, abundância total, diversidade (H') e riqueza em cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

FAMÍLIAS	SISTEMAS			
	NAT	SAT	ORG	CON
Formicidae ^{n.s.}	19,00 (\pm 5,75)	5,83 (\pm 3,85)	7,00 (\pm 3,03)	7,16 (\pm 2,86)
Apidae ^{n.s.}	7,83 (\pm 3,24)	1,00 (\pm 0,51)	2,50 (\pm 1,31)	1,00 (\pm 0,44)
Cicadellidae ^{n.s.}	42,50 (\pm 9,89)	104,16 (\pm 32,14)	84,00 (\pm 19,38)	35,50 (\pm 13,93)
Fulgoridae ^{n.s.}	0,66 (\pm 0,49)	2,16 (\pm 1,79)	6,50 (\pm 3,70)	0,83 (\pm 0,47)
Cercopidae ^{n.s.}	0,50 (\pm 0,22)	2,16 (\pm 0,47)	8,33 (\pm 3,55)	28,33 (\pm 22,79)
Dolichopodidae ^{n.s.}	13,66 (\pm 4,70)	26,33 (\pm 6,54)	24,83 (\pm 7,17)	16,33 (\pm 4,70)
Tachinidae ^{n.s.}	4,50 (\pm 2,06)	6,34 (\pm 1,45)	2,50 (\pm 0,61)	2,66 (\pm 1,11)
Dixidae ^{n.s.}	10,16 (\pm 4,51)	27,83 (\pm 22,69)	24,50 (\pm 24,50)	2,33 (\pm 1,17)
Culixidae ^{n.s.}	13,50 (\pm 3,94)	4,83 (\pm 2,35)	9,66 (\pm 2,76)	2,50 (\pm 1,70)
Thripidae ^{n.s.}	9,00 (\pm 4,86)	3,66 (\pm 1,38)	3,66 (\pm 3,27)	0,16 (\pm 0,16)
Índices	NAT	SAT	ORG	CON
Abundancia ^{n.s.}	165,83 (\pm 9,45)	231,84 (\pm 38,00)	206,17 (24,96)	119,67 (\pm 47,22)
Diversidade (H') ¹	1,06 (\pm 0,05) a	0,83 (\pm 0,05) b	0,82 (\pm 0,07) b	0,87 (\pm 0,02) b
Riqueza (S) ¹	25,00 (\pm 1,15) a	22,66 (\pm 1,25) a	20,16 (\pm 1,77) b	15,50 (\pm 1,31) b

Nota: Nos meses de abril e maio de 2010 em Machado e Poço Fundo, MG.

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

¹ Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A curva de acumulação de indivíduos para cada um dos quatro sistemas (Figura 1) indicou que as amostragens foram regulares, pois as

linhas formadas são praticamente retas, mas observaram-se diferenças nessa acumulação entre eles. Em ordem decrescente, acumularam mais indivíduos, de maneira mais rápida, os sistemas SAT, ORG, NAT e CON.

Analisando-se as curvas de rarefação para os dados de todas as coletas (Figura 2 A) verifica-se que existe uma tendência para estabilização da curva de riqueza observada (S observada), apesar dos estimadores de riqueza Jackknife de segunda ordem e ACE indicarem a possibilidade de registro de novos táxons (pouco mais de 70, em comparação com os 61 encontrados), porém, o comportamento das curvas de táxons únicos e duplicados demonstra que as duas tendem a se encontrar ao final das amostras, o que indicaria o esgotamento potencial da presença de novas famílias na área como um todo.

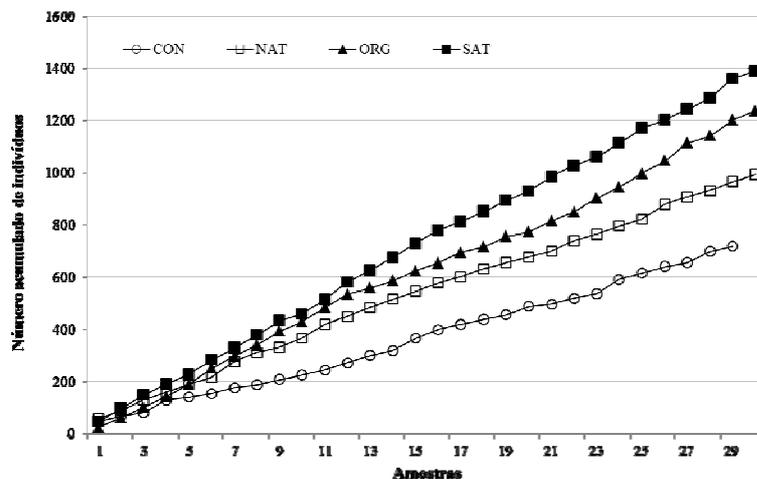


Figura 1 Curva de suficiência amostral dos insetos coletados em quatro sistemas cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agrofloresta natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

Nota: Nos meses de abril e maio de 2010. Machado e Poço Fundo, MG.

As curvas de riqueza observada em cada um dos quatro sistemas (Figura 2 B) evidenciam o fato de que em SAT, onde foi coletado maior número de indivíduos, a tendência de estabilização é maior, se comparada aos demais sistemas, que ainda se mostram crescentes.

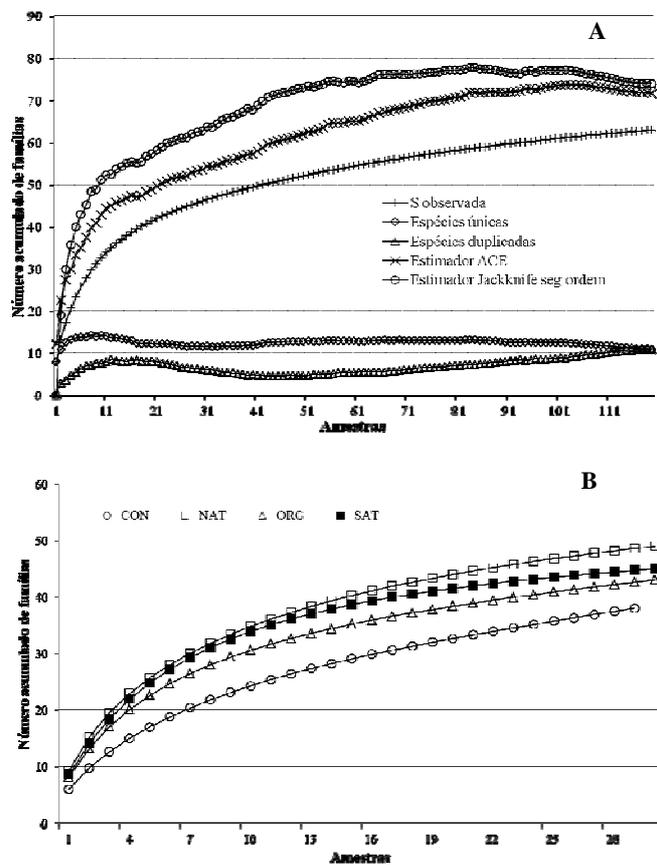


Figura 2 Curvas de rarefação de espécimes de insetos coletados em quatro sistemas cafeeiros (*C. arabica*) conduzidos nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

Nota: Nos meses de abril e maio de 2010. Machado e Poço Fundo, MG.

Com relação à similaridade entre os sistemas, a análise de Cluster indica uma semelhança de 87,96% entre os sistemas ORG e SAT, 69,31% entre NAT e os pares ORG e SAT e uma menor similaridade (65,57%) entre o CON e os demais (Figura 3).

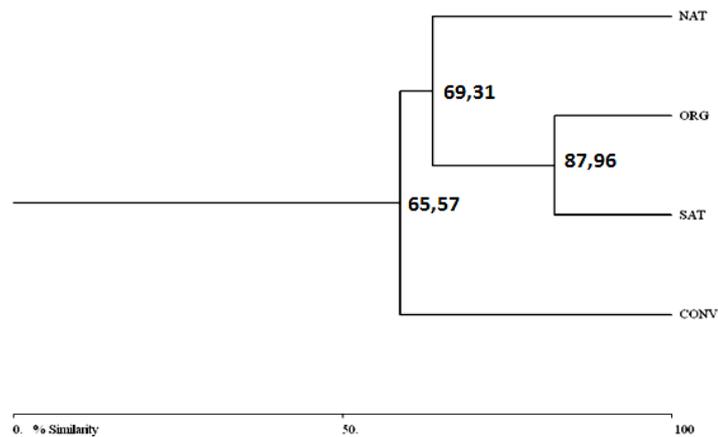


Figura 3 Diagrama da análise de Cluster indicando as similaridades entre os sistemas de produção agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância da entomofauna encontrada em cafezais (*C. arabica*)

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

4 DISCUSSÃO

Os resultados do estudo da entomofauna nos sistemas de manejo do cafeeiro propostos neste trabalho, sugerem que as práticas de manejo (adubação e correção do solo, manejo de pragas, doenças e mato e diversificação vegetal) não afetam a abundância, mas podem afetar tanto a riqueza quanto a diversidade dos insetos presentes nestas áreas.

O sistema NAT, o agroflorestal natural, que se diferencia dos demais pela não utilização de insumos químicos e pela promoção da diversificação vegetal, foi o que apresentou os maiores índices de riqueza e diversidade de insetos, diferindo significativamente dos demais sistemas. Quanto à abundância esse sistema foi semelhante aos outros estudados. No entanto, percebeu-se pelos resultados encontrados que a dominância de espécies foi menor e que a abundância das duas famílias que mais se destacaram (Cicadellidae e Formicidae) foi semelhante às outras três citadas para esse sistema (Dolichopodidae, Culicidae, Dixidae).

O sistema SAT (sem agrotóxico), apesar de numericamente apresentar a maior abundância de insetos, 85,75% desse total coletado se restringiu a duas ordens (Hemiptera e Diptera) e mais da metade desse total representaram somente duas famílias, Cicadellidae e Dixidae respectivamente. Resultados semelhantes foram verificados no sistema ORG e CON, porém, no sistema ORG a família Dolichopodidae foi a segunda mais abundante e no CON a família Cercopidae. Verifica-se, portanto a dominância de táxons nesses três sistemas.

A maior riqueza e diversidade de insetos no sistema NAT pode indicar um maior equilíbrio ecológico no ecossistema, fato que pode estar relacionado à maior abundância de recursos alimentares, maior disponibilidade de locais para refúgio e oviposição e disponibilidade de microclimas adequados, se enquadrando nos relatos de Cortesero, Stapel e Lewis (2000) e Landis, Wratten e Gurr (2000), e que seriam proporcionados pela diversidade vegetal do local. Além disso, neste sistema de produção não foram utilizados insumos químicos ou alternativos para o manejo de pragas, doenças e mato, colaborando assim para a manutenção da biodiversidade local.

Na Nicarágua, Guharay, Monterosso e Staver (2001) avaliaram a ocorrência de insetos em cafeeiros conduzidos a pleno sol e em sistemas agroflorestais, e concluíram que o número de insetos coletados em plantações a pleno sol foi menor do que nos sistemas agroflorestais. Estes resultados se assemelham, em parte, com os obtidos neste estudo, o qual constatou também uma menor abundância, riqueza e diversidade no sistema convencional a pleno sol, reforçando assim a importância da diversidade vegetal nos agroecossistemas.

Diferentes grupos taxonômicos foram identificados nos sistemas de produção estudados e alguns deles foram mais abundantes em um sistema do que em outro sugerindo que as práticas de manejo e produção também podem interferir ou influenciar na ocorrência dos mesmos (Tabela 2).

Cicadellidae foi mais abundante em todos os sistemas, no entanto, não diferiram significativamente entre si. Contudo, este resultado merece atenção em função da importância que esta família pode ter na

cafeicultura na região, haja vista incluir espécies de importância econômica para o cafeeiro. Algumas delas são transmissoras da bactéria *Xylella fastidiosa* (LOPES et al., 1996), patógeno causador da enfermidade conhecida por atrofia dos ramos do cafeeiro (PARADELA FILHO et al., 1997). Lara, Periotto e Freitas (2007) registraram em cafeeiros do município de Cravinhos, SP, a ocorrência de oito espécies de cicadélídeos, com maior abundância no período chuvoso. Neste estudo, numericamente, a maior abundância desta família foi constatada no sistema SAT. Devido à importância do grupo para o cafeeiro, estudos mais aprofundados são necessários para um melhor entendimento de sua relação com este habitat.

Giustolin et al. (2009) avaliaram a diversidade de Auchenorrhyncha (Hemiptera) em citros, café e fragmento de floresta nativa no estado de São Paulo e observaram alta similaridade entre os agroecossistemas e a floresta, permitindo inferir sobre a possibilidade de a floresta estar funcionando como reservatório de espécies. Devido às características típicas da região onde se situam os agroecossistemas cafeeiros estudados neste trabalho, como a presença de fragmentos de mata próximos às áreas, estes também podem estar contribuindo para a maior abundância deste grupo nos sistemas.

Além de Cicadellidae, as famílias Cercopidae e Fulgoridae também estavam presentes com relativa abundância, especialmente nos sistemas SAT, CON e ORG, respectivamente. Da mesma forma, algumas espécies de cercopídeos estão associadas à transmissão da bactéria *Xylella fastidiosa* (MIRANDA, 2003). A abundância e dominância destas famílias nestes sistemas indicam também um menor equilíbrio ecológico

nos mesmos, que pode ser explicado pela menor riqueza e diversidade encontrada. Portanto, a ocorrência destes insetos em grande abundância nas áreas estudadas justifica estudos mais aprofundados no sentido de identificar as espécies presentes e a possível contaminação e transmissão da bactéria nos cafeeiros da região, independentemente do sistema de cultivo adotado.

Na ordem Diptera, além de Dolichopodidae, outras famílias foram constadas em maior densidade (Dixidae, Culicidae, Chloropidae e Tachinidae), porém, com distribuição variada entre os diferentes sistemas de produção. Na literatura corrente não foram encontradas referências sobre a associação de Dixidae, Culicidae e Chloropidae com o cafeeiro. Dixidae e Chloropidae estão associadas a matérias em decomposição e Culicidae inclui espécies hematófagas. Já as famílias Dolichopodidae e Tachinidae são agentes de controle biológico natural de outros artrópodos (BORROR; DELONG, 1988). Larvas e adultos de Dolichopodidae são predadores de pequenos insetos (pulgões e tripes) e ácaros que exploram ambientes úmidos e quentes (PROPHIRO, 2006). A maior abundância desses dípteros foi constatada nos sistemas SAT e ORG, o que pode estar relacionado às condições ambientais propícias e à disponibilidade de presas em abundância, as quais necessitariam ser reconhecidas.

Tachinidae é uma das famílias mais diversas e ecologicamente importantes na ordem Diptera. Como parasitoides, são importantes inimigos naturais na maioria das comunidades ecológicas terrestres, principalmente como inimigos naturais de larvas de Lepidoptera (STIREMAN; O'HARA; WOOD, 2006). No entanto, insetos de outras ordens também podem ser seus hospedeiros como Coleoptera, Hemiptera,

Orthoptera e Hymenoptera. Os taquinídeos foram mais abundantes no sistema SAT e NAT respectivamente. Larvas de Tachinidae parasitando lagartas do cafeeiro já foram citadas por Reis e Souza (1986).

No sistema NAT foi observada maior abundância de Hymenoptera, ordem que se destaca como uma das mais importantes no controle biológico. É registrada a ocorrência de espécies de parasitoides e de predadores relacionadas com as duas principais pragas da cultura do café, o bicho-mineiro e a broca. Lomeli-Flores (2007) e Reis, Souza e Venzon (2002) relataram a existência de 28 espécies de parasitoides, dez de vespas predadoras e uma de crisopídeo associadas à *L. coffeella* em lavouras no Brasil. As espécies *Prorops nasuta* Waterston, 1923 e *Cephalonomia estephanoderis* Betren, 1961 (Hymenoptera: Bethyilidae) e *Crematogaster curvispinosus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) são citadas como importantes inimigos naturais da broca-do-café (REIS; SOUZA, 1998).

Considerando o total de himenópteros coletados no sistema NAT, Formicidae e Apidae foram as famílias mais abundantes, seguidas por Eulophidae e Vespidae. A maior abundância e diversidade destas famílias no sistema NAT podem estar relacionadas às condições microclimáticas e a disponibilidade de alimentos. Segundo Altieri, Silva e Nicholls (2003), estes fatores podem afetar a atividade dos parasitoides pertencentes a algumas destas famílias. Outro fator a ser considerado é a utilização de produtos alternativos para o manejo de pragas e doenças nos sistemas SAT e ORG. Estes, apesar de terem indicação para uso em propriedades orgânicas e certificadas, podem também estar favorecendo a menor densidade de himenopteros parasitoides e outros grupos de artrópodes

nestes sistemas. Venzon, Paula Júnior e Pallini (2006) ressaltam que estes produtos não devem ser usados de forma indiscriminada, já que alguns deles não são seletivos aos inimigos naturais, podendo acarretar a eliminação de espécies benéficas.

A abundância de Formicidae no sistema NAT pode estar associada à grande diversidade vegetal encontrada neste sistema, o que permite a estes organismos um melhor aproveitamento dos recursos locais. O aumento da riqueza de espécies de formigas foi correlacionado com a riqueza de espécies arbóreas e a densidade de árvores, em duas áreas de cerrado, por Ribas et al. (2003). Os autores constataram que a riqueza de espécies de formigas respondeu positivamente à riqueza de espécies arbóreas e densidade de árvores, o que pode ter promovido o aumento da variedade de recursos e alterações nas condições de habitat, por exemplo.

Na Colômbia, Armbrrecht, Rivera e Perfecto (2005) e Bustillo, Cardenas e Posada (2002) registraram sete gêneros de formigas atacando *H. hampei*: *Solenopsis*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Paratrechina*, *Crematogaster*, *Brachymyrmex* e *Prenolepis*, sendo *Solenopsis picea* Emery 1896, muitas vezes considerado o predador mais eficiente de *H. hampei* em cultivos de café. No Brasil a espécie *Crematogaster curvispinosus* Mayr, 1862, é citada como predadora da broca-do-cafeeiro (REIS; SOUZA, 1998). Em função da abundância de Formicidae no sistema NAT justificam-se estudos mais aprofundados visando o reconhecimento de espécies e o conhecimento das possíveis interações com a broca-do-cafeeiro e com este sistema.

Apesar de os estimadores de riqueza (Jackknife e ACE) indicarem a possibilidade de registro de novos táxons, foi considerado satisfatório o

número de espécies encontradas, já que poucas famílias extras poderiam ter sido coletadas, assim consideramos suficiente o esforço amostral empreendido.

Na Figura 2B, onde estão registradas as curvas de riqueza observada em cada um dos quatro sistemas, mostra que no sistema SAT existe uma tendência de estabilização no número de espécies encontradas mais evidente que nos demais sistemas. Este resultado pode ser confirmado na Tabela 1 onde está registrado o maior número de espécimes neste sistema.

A análise da similaridade entre os sistemas (Cluster) evidenciou uma maior semelhança na composição e estrutura da entomofauna entre ORG e SAT, os quais apresentaram menor com o sistema NAT. Análises anteriores já discutidas, como riqueza e diversidade, evidenciaram que este sistema se destaca dos demais quanto à capacidade de conservação da biodiversidade. O sistema CON foi o que apresentou a menor similaridade, também confirmando os resultados sobre riqueza e diversidade já discutidos anteriormente.

A potencialidade destes sistemas agroflorestais, mais diversificados, em promover a conservação da biodiversidade tem sido enfatizada (PERFECTO et al., 1996; TYLIANAKIS; KLEIN; TSCHARNTKE, 2005), além disso estes sistemas podem contribuir para a redução da população de pragas devido à complexa estrutura da vegetação (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000). A diversidade e densidade da vegetação influencia parâmetros abióticos como temperatura e umidade (KLEIN et al., 2002) e estas variáveis ambientais

podem desempenhar um papel importante na estrutura das comunidades naturais de insetos (ROININEN; PRICE; TAHVANAINEM, 1996).

É importante lembrar que as lavouras de café nas propriedades estudadas, localizam-se em uma região onde são observados muitos fragmentos de matas próximos às áreas de cultivo. Possivelmente estas áreas funcionam como reservatórios naturais de muitos artrópodes, pragas e inimigos naturais, os quais podem estar em constante migração para as lavouras de café e também contribuindo para o equilíbrio ecológico na região. Independente desta característica local que é semelhante para todos os sistemas, ficou evidenciado que o manejo dos sistemas interfere na entomofauna local, de forma diferente para os diferentes táxons, e que a diversidade vegetal é preponderante na manutenção e conservação destes organismos.

5 CONCLUSÃO

A maior diversidade e riqueza de insetos no sistema Agroflorestal Natural sugere que o sistema de manejo e produção do cafeeiro pode influenciar a biodiversidade desse grupo. A diversidade vegetal que caracteriza e diferencia este sistema dos demais pode ser responsável por estes resultados. Portanto, a diversificação vegetal em áreas de cultivo do cafeeiro deve ser estimulada com o objetivo de garantir a manutenção e conservação de espécies importantes no controle biológico e no equilíbrio ecológico destes agroecossistemas.

INFLUENCE OF COFFEE CULTIVATING SYSTEMS OVER INSECT DIVERSITY

ABSTRACT

This work aimed at evaluating the diversity of the entomofauna found in four coffee cultivating systems used in producing regions in Southern Minas Gerais. We selected three properties of four different production systems: conventional in full sunlight (CON), without pesticides (WPT), organic (ORG) and natural agro-forest (NAT). The insects were sampled by means of yellow Moericke traps, with 15 cm of diameter and 4.5 of depth, containing concentrated saline solution for the conservation of the insects. These were fixated with bamboo stakes and remained at 0.5 m from the soil. We marked five sampling points in each property and in each we installed a trap, where they remained active for a period of 72 hours. The evaluation of the ecological parameters of sampling sufficiency, abundance, richness, diversity and similarities was performed. We collected 4,342 insects distributed in 11 orders and 61 families, with the accumulation and rarefaction curves indicating that that of the species present were potentially sampled. There was no significant difference for insect abundance between the systems, although there was for diversity and species richness. Larger richness values were found in systems NAT and WPT, and of diversity in system NAT. The Cicadellidae and Dolichopodidae families were the most abundant taxons. We verified larger similarity between systems ORG and WPT. The largest insect diversity and richness in system NAT allows us to conclude that the type of coffee management and production system influences insect biodiversity, and that the plant diversification which characterizes this system may be responsible for these results.

Keywords: *Coffea arabica*. Biodiversity. Organic production. Agro-forest system. Entomofauna. Faunal analysis.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ARMBRECHT, I.; RIVERA, L.; PERFECTO, I. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter and assemblage of Colombian coffee plantations. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, n. 3, p. 897-907, 2005.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: E. Blucher, 1988. 653 p.

BUSTILLO, A. E.; CARDENAS, R.; POSADA, F. J. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) in Colômbia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 635-639, Oct./Dec. 2002.

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. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira café safra 2012, quarta estimativa, dezembro/2012. Brasília, 2012. 16 p.

CORTESERO, M. A.; STAPEL, J. O.; LEWIS, W. J. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. **Biological Control**, San Diego, v. 17, n. 1, p. 35-49, Jan. 2000.

GIUSTOLIN, T. A. et al. Diversidade de Hemiptera Auchenorrhyncha em citros, café e fragmento de floresta nativa do Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 834-841, 2009.

GORDON, C. et al. Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 118, n. 1/4, p. 256-266, Jan. 2007.

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.

GUHARAY, F.; MONTEROSSO, D.; STAVIER, C. El diseño e manejo de la sombra para la supresión de plagras em cafetales de América Central.

Agroforestía en las Américas, Turrialba, v. 8, n. 29, p. 22-29, 2001.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version. 1.37. Oslo, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 23 jul. 2012.

JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 94-102, jul./dez. 2006.

KLEIN, A. M. et al. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 16, n. 4, p. 1003-1014, 2002.

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, p. 175-201, 2000.

LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W.; FREITAS, S. de. Amostragem de cigarrinhas (Hemiptera, Cicadellidae) através de armadilhas de Moericke em cafeeiro arabica. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 239-244, jul./set. 2007.

LARSEN, A.; PHILPOTT, S. Twig-nesting ants: the hidden predators of the coffee Berry borer in Chiapas, México. **Biotropica**, Washington, v. 42, n. 3, p. 342-347, 2010.

LOMELI-FLORES, J. R. L. **Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico.** 2007. 203 f. Thesis (Ph.D. in Office of Graduate Studies) - Texas A&M University, Texas, 2007. Disponível em: <<https://txspace.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/85837/Lomeli-Flores.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

LOPES, J. R. S. et al. Confirmação da transmissão por cigarrinhas do agente causal da clorose variegada dos citros *Xylella fastidiosa*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 343, 1996. Suplemento.

MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P. J. D.; PATERSON, G. L. J. **Biodiversity professional:** beta version. London: The Natural History Museum; Scottish Association for Marine Science, 1997. 140 p.

MIRANDA, M. P. de. **Levantamento de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) vetoras de *Xylella fastidiosa* em pomares cítricos do litoral norte da Bahia.** 2003. 63 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 1, p. 11-21, 1999.

- MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.
- PARADELA FILHO, O. et al. Constatação de *Xylella fastidiosa* em cafeeiro no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 23, n. 1, p. 46-49, 1997.
- PERFECTO, I. et al. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 54, n. 4, p. 435-446, Sept. 2005.
- _____. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity: shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. **Bioscience**, Washington, v. 46, n. 8, p. 598-608, 1996.
- PERIOTO, N. W. et al. Utilização de armadilhas de Moericke em ensaios de seletividade de inseticidas em himenópteros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, p. 93, 2000. Suplemento.
- PHILPOTT, S. M. Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 219-224, 2005.
- PHILPOTT, S. M. et al. Biodiversity loss in Latin American coffee landscape: review of the evidence on ants, birds, and trees. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 22, n. 5, p. 1093-1105, 2008.
- 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.
- PROPHIRO, J. S. **Dolichopodidae: ecologia e biologia: o estado da arte: Diptera, Brachycera, Empidoidea**. Curitiba: UFPR, 2006. Disponível em: <<http://zoo.bio.ufpr.br/diptera/bz730/dolichopodidae.pps>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

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.

_____. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 323-378.

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

RIBAS, C. R. et al. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, Carlton, v. 28, n. 3, p. 305-314, June 2003.

ROININEM, H.; PRICE, P. W.; TAHVANAINEM, J. Bottom-up and top-down influences in the trophic system of a willow, a galling sawfly and inquilines. **Oikos**, Lund, v. 77, n. 1, p. 44-50, Oct. 1996.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. de; OLIVEIRA, A. D. de. **ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2007. 1 CD-ROM.

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

STATSOFT. **Statistic for Windows: software-system for data-analyses**. Version 7.0. Tulsa, 2004. Software.

STIREMAN, J. O.; O'HARA, J. E.; WOOD, D. M. Tachinidae: evolution, behavior, and ecology. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 51, p. 525-555, 2006.

TEODORO, A. V. **Agroforestry management, seasonal changes, biodiversity and multitrophic interactions of coffee arthropods**. 2007. 89 p. Dissertation (Ph.D. Degree in Agricultural Sciences) - Georg-August-University Göttingen, Göttingen, 2007.

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

_____. 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.

TYLIANAKIS, J. M.; KLEIN, A. M.; TSCHARNTKE, T. Spatiotemporal variation in the diversity of hymenoptera across a tropical habitat gradient. **Ecology**, Washington, v. 86, n. 12, p. 3296-3302, Dec. 2005.

VERGARA, C. H.; BADANO, E. I. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: the importance of rustic management systems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 129, n. 1/3, p. 117-123, Jan. 2009.

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2006. 378 p.

ARTIGO 2 **Diversidade de parasitoides do bicho-mineiro**
Leucoptera coffeella em diferentes ecossistemas
cafeeiros no sul de Minas Gerais, Brasil

Lêda G. Fernandes²

Luis Cláudio P. Silveira

Vitor B. Tomazella

Brígida Souza

Normalizado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003)

² Email para correspondência: ledagf@yahoo.com.

RESUMO

O sul do Estado de Minas Gerais é um dos mais importantes polos de produção de café em sistemas alternativos ao convencional a pleno sol. Trabalhos que comparem os efeitos desses sistemas sobre as pragas e os inimigos naturais são escassos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade de himenópteros parasitoides e sua relação com *Leucoptera coffeella* em quatro sistemas de cultivo do cafeeiro: convencional, orgânico, sem agrotóxico e agroflorestal natural. Os levantamentos foram realizados em 12 talhões de café nos municípios de Machado e Poço Fundo, MG. Para a avaliação da riqueza de espécies, abundância, diversidade e similaridade entre as áreas estudadas e da porcentagem de parasitismo de minas do bicho-mineiro foram coletadas 20 folhas com uma mina intacta cada, em cada talhão. Esse material foi mantido em condições ambientes de laboratório. Para avaliação da infestação do bicho-mineiro foram estabelecidos 10 pontos de coleta em cada talhão, onde seis plantas foram escolhidas ao acaso, retirando-se uma folha por planta. A composição de himenópteros parasitoides no sistema de cultivo agroflorestal natural foi significativamente diferente dos demais, possivelmente por proporcionar maior abundância de habitats e hospedeiros alternativos. As porcentagens de infestação de *L. coffeella* não foram significativamente diferentes entre os sistemas estudados, no entanto, o sistema agroflorestal natural apresentou maior porcentagem de parasitismo e maior índice de diversidade quando comparado aos demais, que não diferiram significativamente entre si. Estes resultados sugerem que este sistema é potencialmente importante na manutenção da diversidade deste grupo e, conseqüentemente, no controle biológico de pragas.

Palavras-chave: Hymenoptera parasítica. Braconidae. Eulophidae. *Coffea arabica*. Controle biológico conservativo. Biodiversidade.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cafeeiro (*Coffea spp*) é cultivado em diferentes sistemas de manejo, no entanto, o sistema convencional a pleno sol (monocultivo), com utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos de amplo espectro, corresponde à quase totalidade dos plantios, o que mantém o produtor dependente de recursos externos à propriedade, elevando o custo de produção e inviabilizando a sustentabilidade do agroecossistema (THEODORO, 2001). Contudo, é crescente o mercado por cafés diferenciados, especiais, agroecológicos e certificados, os quais priorizam a redução do uso de agrotóxicos, a manutenção da biodiversidade e sustentabilidade, além da adoção de práticas culturais inovadoras e eficientes em substituição às convencionais (SANTOS et al., 2008).

O sul de Minas Gerais é um dos mais importantes polos de produção de café em sistemas alternativos ao convencional, como por exemplo, o orgânico, o sem agrotóxico (SAT), o agroflorestal natural, entre outros. No entanto, no Brasil, trabalhos que comparem os efeitos desses sistemas sobre a artropodofauna são escassos, de modo que a ocorrência de pragas e de inimigos naturais é mais conhecida apenas no sistema convencional de cultivo.

Agroecossistemas cafeeiros têm recebido atenção por sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade (GORDON et al., 2007; MOGUEL; TOLEDO, 1999; TEODORO et al., 2009). Estudos têm demonstrado que os sistemas de produção alternativos ao convencional são potencialmente importantes para a conservação de espécies

(McNEELY; SCHROTH, 2006; PERFECTO et al., 1996; PINEDA et al., 2005; TEODORO et al., 2008; TYLIANAKIS et al., 2005), além de contribuir para a redução da ocorrência de pragas e abrigo de inimigos naturais, em função do maior número de espécies vegetais encontradas nestes sistemas (LANDIS et al., 2000). A diminuição da riqueza de espécies em função da intensificação do manejo na cultura também foi documentada por Nestel et al. (1994), Monterrey et al. (2001), Philpott (2005) e Philpott et al. (2008), que relatam sobre o efeito das condições microclimáticas sobre a biodiversidade do ecossistema. Os diferentes sistemas de manejo podem influenciar a temperatura, a umidade relativa do ar, a cobertura vegetal e estas variáveis ambientais, por consequência, influenciam a população de pragas e inimigos naturais (ROININEN et al., 1996).

O bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) é uma das pragas mais severas nos cultivos brasileiros (CAIXETA et al., 2004; CONCEIÇÃO, 2005; JANSEN, 2005; REIS; SOUZA, 1998) e a intensidade de sua ocorrência está relacionada com as características ambientais do cultivo, com o sistema de condução da lavoura, o controle químico de pragas, doenças e plantas espontâneas, a presença ou ausência de inimigos naturais, e problemas nutricionais, entre outros (AVELAR, 2008; JANSEN, 2005; SOUZA et al., 1998). O controle químico é o método mais utilizado no seu manejo, bem como de outras pragas da cultura, o que compromete os programas de manejo integrado (MIRANDA, 2009), em função dos desequilíbrios ecológicos provocados (FRAGOSO, 2000).

O incremento de programas de controle biológico, com ênfase ao método conservativo, pode ser uma ferramenta importante para minimizar os impactos ambientais, reduzir o uso de agrotóxicos e conservar a biodiversidade. Estudos precedentes sugerem que a dinâmica das populações de pragas é fortemente afetada por inimigos naturais e pelas condições do ambiente (LOMELI-FLORES et al., 2009; PEREIRA et al., 2007).

Muitos artrópodes atuam como agentes de controle biológico natural do bicho-mineiro (LOMELI-FLORES, 2007; REIS et al., 2002). O Brasil é citado como detentor do maior número de espécies de parasitoides associadas a essa praga (LOMELI-FLORES, 2007; MELO et al., 2007; PARRA et al., 1977; REIS JR et al., 2000; REIS; SOUZA, 2002). Porém, embora diversas espécies de himenópteros parasitoides estejam associadas às pragas do cafeeiro, são poucos os estudos que tratam da composição faunística, abundância e diversidade desses organismos em diferentes sistemas de cultivo. Informações relacionadas aos sistemas de cultivo *versus* bicho-mineiro *versus* parasitoides são escassas e, por outro lado, necessárias para que se possa avaliar as reais possibilidades de uso destes inimigos naturais no manejo integrado das pragas no agroecossistema cafeeiro (REIS Jr. et al., 2000).

O levantamento, conhecimento e os estudos taxonômicos de inimigos naturais como a primeira etapa na busca de métodos alternativos no controle de pragas vêm sendo priorizada (HUBER et al., 2002; PERIOTO; TAVARES, 1999). Mesmo sendo relativamente bem conhecidas as espécies de parasitoides associadas ao bicho-mineiro do cafeeiro em sistemas orgânicos e convencional, existe a necessidade de se

determinar a diversidade desse grupo em outros sistemas e verificar se a composição, o manejo e as características desses ambientes influenciam no tamanho de suas populações e, conseqüentemente, no parasitismo. Portanto, o objetivo com este trabalho foi avaliar a diversidade de himenópteros parasitoides em quatro sistemas de cultivo do cafeeiro e sua relação com *L. coffeella*, visando estabelecer futuramente estratégias de conservação para a cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das áreas estudadas

Os levantamentos foram realizados durante os meses de abril e maio de 2010, em 12 talhões de café em fazendas dos municípios de Machado e Poço Fundo, sul do estado de Minas Gerais, Brasil. A região apresenta altitude média de 1000 m, temperaturas médias anuais de 19 a 21 °C e precipitação pluvial média anual de 1.534 a 1.876 mm (SCOLFORO et al., 2007). A cafeicultura sul-mineira é bem caracterizada por englobar médios e pequenos produtores de cafés de alta qualidade e de cafés orgânicos. Os meses em que se procederam às amostragens são caracterizados por baixa precipitação pluvial, final de maturação dos frutos e início de colheita.

Foram avaliados os sistemas de produção convencional a pleno sol (CON), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e agroflorestal natural (NAT). Para cada um deles foram amostrados três talhões representativos, de tamanho variável e com diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. (Tabela 1).

Tabela 1 Sistema de cultivo do cafeeiro e localização geográfica dos talhões experimentais, com a respectiva área e cultivares

Sistema e Município	Talhão (coordenadas, altitude)	Cultivares	Área (ha)
CONVENCIONAL Poço Fundo, MG	1) 21°46'50"S / 46°01'41"O / 1175 m	Catuaí	3,2
	2) 21°46'16"S / 46°00'58"O / 959 m	Catuaí	4,0
	3) 21°46'05"S / 46°01'15"O / 1046 m	Mundo Novo	5,0
SAT Poço Fundo, MG	1) 21°46'02"S / 46°00'48"O / 950 m	Catuaí	5,0
	2) 21°46'01"S / 46°00'31"O / 961 m	Mundo Novo	3,0
	3) 21°45'35"S / 46°00'18"O / 933 m	Catuaí	4,5
ORGÂNICO Poço Fundo, MG	1) 21°46'49"S / 46°01'32"O / 1171 m	Catuaí	1,0
	2) 21°46'14"S / 46°01'28"O / 1070 m	Catuaí	3,0
	3) 21°46'20"S / 46°01'03"O / 980 m	Catuaí	4,4
NATURAL Machado, MG	1) 21°36'48"S / 45°57'26"O / 993 m	Rubi	3,0
	2) 21°36'45"S / 45°57'26"O / 993 m	Catuaí	2,5
	3) 21°36'52"S / 45°57'28"O / 1008 m	Mundo Novo	2,5

Nota: Abril e Maio de 2010.

O sistema convencional é embasado no monocultivo com a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos de amplo espectro para o controle de pragas e doenças. O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual, roçadeiras e herbicidas. O sistema sem agrotóxico, também chamado organo-mineral, é fundamentado na não utilização de agrotóxicos. Nas propriedades estudadas foram utilizados fertilizantes químicos no solo e orgânicos via foliar, compostagem e palha de café. O manejo de plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual e roçadeira, e o controle de pragas e doenças por meio de aplicação de insumos orgânicos, biofertilizantes e fitoprotetores comerciais (Nutricafé, Fishfértil®, Viça-café plus®, Celleron® e Supera®) e caldas fitoprotetoras (Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre).

As propriedades sob o sistema orgânico estão fundamentadas em princípios agroecológicos e de conservação dos recursos naturais, utilizando-se fertilizantes orgânicos aplicados no solo e via foliar (farelo de mamona, salitre do Chile, composto orgânico e palha de café), biofertilizantes e caldas fitoprotetoras para o manejo de pragas e doenças (Nutricafé ®, Fishfértil ®, Viça-café plus®, Celleron ®, Supera ®, Supermagro, Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre). O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual e roçadeira.

Neste estudo, as propriedades sob os sistemas ORG e SAT foram conduzidas por agricultores familiares pertencentes à cooperativa de produtores familiares de Poço Fundo (COOPFAM), que também usualmente cultivam plantas anuais nas entrelinhas dos cafeeiros, como feijão, fumo e milho, além de bananeiras nos arredores e entre as lavouras como quebra-ventos, as quais também são exploradas economicamente. Estas propriedades mantêm matas adjacentes, além de espécies arbóreas nativas distribuídas aleatoriamente entre as áreas cultivadas. Todas as propriedades orgânicas são certificadas pela certificadora BCS OKO Garântie desde 2002, e pela certificadora Fair Trade desde 1998.

A propriedade conduzida no sistema agroflorestal natural pratica o manejo baseado em conceitos ecológicos, sobretudo a diversificação vegetal, apresentando maior quantidade e diversidade de árvores nativas, leguminosas e frutíferas que todas as outras áreas, plantadas de forma aleatória entre os cafeeiros. Nesse sistema não se utiliza nenhum tipo de insumo para o manejo de pragas e doenças e adubos minerais, sendo conduzido de forma quase totalmente natural. A nutrição do cafeeiro é feita com subprodutos do café (palha) e, principalmente, com a

serrapilheira acumulada por meio dos restos de folhas, ervas espontâneas e galhos oriundos do sistema agroflorestal. Realizam-se podas anuais, roçada nas entrelinhas até cinco vezes ao ano, capina nas linhas de plantio duas ou três vezes ao ano e desbrota uma vez ao ano. A lavoura está sob esse sistema de manejo desde 1998 e possui certificação orgânica pela BCS OKO Garantie desde 2001.

2.2 Avaliação dos índices faunísticos e da porcentagem de parasitismo

Para a avaliação dos índices faunísticos, foram coletadas 20 folhas com uma mina intacta cada, tomadas de forma aleatória por toda área de cada talhão das três propriedades de cada sistema estudado, nos meses de abril e maio de 2010, totalizando 120 folhas por sistema. Retirou-se uma folha do 3º ou 4º par por planta, dos terços médio e superior. Esse material foi mantido em laboratório em temperatura ambiente, em sacos plásticos transparentes devidamente identificados, e coletados os parasitoides emergidos ao longo de 30 dias. Estes foram contabilizados e conservados em álcool 70% para identificação específica. Foram determinados os seguintes parâmetros ecológicos: riqueza de espécies (S, número total de espécies ou morfoespécies coletadas); índice de abundância [total de cada espécie em cada sistema, segundo Lambshead et al., 1983]; análise de cluster [que indica quão semelhantes dois substratos podem ser com relação às espécies encontradas, segundo Pielou (1984)], utilizando-se o software BiodiversityPro® (MCALEECE et al., 1997); análise de correspondência (que utiliza uma matriz de distâncias chi-quadrado para determinar as similaridades entre os

tratamentos), e o índice de diversidade de Shannon H' [que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada espécie em relação às demais, segundo Magurran (2004)], utilizando o software Past® (HAMMER et al., 2001).

O índice de parasitismo das minas intactas de *L. coffeella* foi determinado pela fórmula: porcentagem de parasitismo de minas (% PAR) = (número de parasitoides x 100) / número de minas intactas. Este índice, bem como o índice de diversidade H' , foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias e posteriormente comparados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade exatos, ou Kruskal-Wallis no caso de não homogeneidade, todas feitas com o software Statistica® (STATSOFT, 2004).

2.3 Amostragem do bicho-mineiro do cafeeiro

Foram estabelecidos 10 pontos aleatórios de coleta em cada talhão, das três propriedades de cada sistema estudado, nos meses de abril e maio de 2010, totalizando 360 folhas por sistema. Seis plantas foram escolhidas ao acaso, retirando-se uma folha do 3º ou 4º par por planta, dos terços médio e superior (REIS; SOUZA, 1998). O número de folhas minadas foi anotado numa planilha de campo, para posterior cálculo da porcentagem de infestação pela fórmula: porcentagem de infestação do bicho mineiro do cafeeiro (% BMC) = (número de folhas minadas x 100) / número total de folhas amostradas. Estes dados foram submetidos às mesmas análises utilizadas para % PAR e H' (vide item anterior).

3 RESULTADOS

3.1 Riqueza e abundância de parasitoides

Foram obtidos 77 exemplares de parasitoides emergidos de minas intactas do bicho-mineiro nos quatro sistemas de produção do cafeeiro. Esses espécimes representaram sete espécies, sendo cinco de Eulophidae, *Proacrias coffeae* Ihering, 1913, *Closterocerus coffeellae* Ihering, 1914, *Cirrospilus* sp.2, *Closterocerus* subg. *Achrysocharis* sp.1 e sp.2, e duas de Braconidae, *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, 1999 e *Orgilus niger* Pentead-Dias, 1999. Portanto, em termos gerais, houve maior riqueza de Eulophidae em relação à Braconidae; contudo, a abundância de Braconidae foi maior, haja vista ter sido representada por 84% dos exemplares emergidos.

Em relação à abundância das famílias de parasitoides em cada sistema (Tabela 2), observou-se que em todos eles o número de braconídeos foi muito superior em relação ao de eulofídeos, inclusive não tendo sido obtido nenhum espécime de Eulophidae das minas intactas em folhas provenientes do sistema ORG.

Observou-se, também, que no sistema NAT houve a maior riqueza, registrando-se todas as sete espécies, e significativamente maior abundância que nos demais tratamentos, tanto para a média geral (soma das famílias Braconidae e Eulophidae), quanto para cada família separadamente.

Analisando as espécies obtidas, verificou-se que as mais abundantes em todos os sistemas de produção foram os Braconídeos *O.*

niger e *S. reticulatus*, sendo que, para a primeira, a abundância foi significativamente maior em NAT se comparado a CON e ORG (Tabela 2). Diversas espécies de Eulophidae, como *Cirrospilus* sp.2, *Closterocerus (Achrysocharis)* sp.1 e *Closterocerus (Achrysocharis)* sp.2 foram exclusivas do sistema de produção NAT, enquanto *C. coffeellae* foi registrada para os sistemas CON e NAT, e *P. coffeae* foi obtida no sistema SAT e NAT (Tabela 2). Nesses dois últimos sistemas, as duas espécies representantes de Braconidae foram igualmente abundantes, enquanto que nos sistemas CON e ORG, *S. reticulatus* foi numericamente mais abundante que *O. niger* (Tabela 2).

Tabela 2 Abundância das espécies de himenópteros parasitoides associados ao bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* em cafeeiros (*Coffea arabica*) conduzidos nos sistemas de cultivo agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), convencional (CON) e orgânico (ORG)

Espécies de parasitoides	Sistemas de cultivo de café							
	NAT		SAT		CON		ORG	
	total	média	total	média	total	média	total	Média
BRACONIDAE								
<i>S. reticulatus</i>	16	2.66 n.s ¹	8	1.33 n.s	6	1.2 n.s	5	1.0 n.s
<i>O. niger</i>	16	2.66 a ² (±0.33)	8	1.33 ab (±0.61)	3	0.6 b (±0.34)	3	0.6 b (±0.22)
Total e média (± EP)	32	5.33 a ² (±0.76)	16	2,66 b (±0.80)	9	1.5 b (±0.50)	8	1.33 b (±0.55)
% relativa		78.0%		94.1%		81.8%		100.0%
EULOPHIDAE								
<i>C. coffeellae</i>	1	0.17 n.s	-	-	2	0.4 n.s	-	-
<i>Cirrospilus</i> sp.2	3	0.50 n.s	-	-	-	-	-	-
<i>C. (Achrysocharis)</i> sp1	1	0.17 n.s	-	-	-	-	-	-
<i>C. (Achrysocharis)</i> sp2	1	0.17 n.s	-	-	-	-	-	-
<i>P. coffeae</i>	3	0.50 n.s	1	0.17 n.s	-	-	-	-
Total e média (± EP)	9	1.5 a ² (±0.5)	1	0.16 b (±0.11)	2	0.33 b (±0.21)	-	-
% relativa		22.0%		5.9%		18.2%		0.0%
Total geral (%)	41 (53.2)		17 (22.1)		11 (14.3)		8 (10.4)	
Média geral (± EP)		6.83 a ² (±1.04)		2.83 b (±0.74)		2.2 b (±0.58)		1.6 b (±0.60)
Riqueza	7		3		3		2	

Nota: Em Poço Fundo e Machado, MG, Abril e maio de 2010.

¹ Diferenças não significativas na linha pelo teste de Tukey com $p < 0.05$;

² Letras diferentes na mesma linha são significativas pelo teste de Tukey com $p < 0.01$.

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

As porcentagens de infestação do bicho-mineiro-do-cafeeiro (%BMC) não foram significativamente diferentes entre os sistemas estudados, mas houve diferença significativa para a porcentagem de parasitismo (% PAR) e para o índice H' (Tabela 3). O sistema NAT apresentou maior porcentagem de parasitismo e maior índice de diversidade quando comparado aos demais, que não diferiram entre si.

Tabela 3 Porcentagem de infestação do bicho-mineiro (%BMC), porcentagem de parasitismo de minas intactas (%PAR) e índice de diversidade de Shannon (H') em quatro sistemas cafeeiros (*Coffea arabica*), agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), convencional (CON) e orgânico (ORG)

SISTEMA	% BMC (\pm EP)	%PAR (\pm EP)	H' (\pm EP)
NAT	11.63 (2.64) n.s ¹	34.17 (5.23) a ²	1.02 (0.12) a ²
SAT	13.16 (5.51)	14.17 (3.00) b	0.45 (0.14) b
CON	4.48 (1.25)	9.17 (3.96) b	0.32 (0.14) b
ORG	4.62 (1.90)	6.67 (2.78) b	0.26 (0.17) b

Nota: Poço Fundo e Machado, MG, Abril e maio de 2010.

¹ Não significativo na coluna pelo teste de Kruskal-Wallis com $p < 0.05$;

² Letras diferentes na mesma coluna indicam significância pelo teste de Tukey com $p < 0,01$.

3.3 Análises de Cluster e Correspondência

Observou-se um índice de similaridade (análise de Cluster) de 84,21% para o par CON/ORG, que foram os sistemas mais semelhantes,

sendo que a menor similaridade foi encontrada entre o par ORG/NAT (Figura 1).

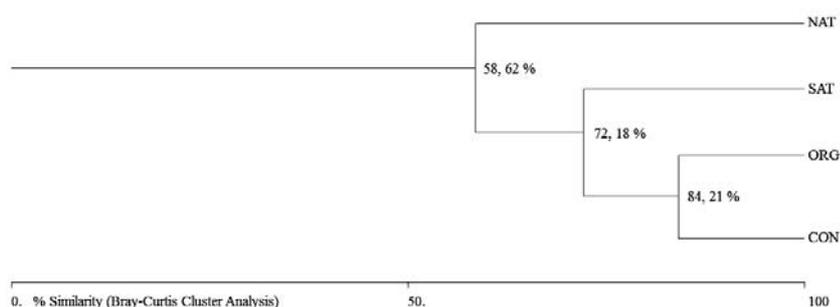


Figura 1 Diagrama da análise de Cluster indicando as similaridades entre os sistemas de produção natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância de espécies de Hymenoptera parasitoides em cafezais (*Coffea arabica*)

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

A análise de correspondência, que representa graficamente as similaridades entre os sistemas de produção e as abundâncias das espécies de parasitoides (Figura 2), mostra que existe uma maior correspondência entre os sistemas NAT e SAT, cujas elipses para os intervalos de 95% de confiança são mais alinhadas. As espécies *S. reticulatus* e *O. niger* foram as mais abundantes em todos os sistemas (Tabela 2) e, por este motivo centralizam todas as elipses. A espécie *C. coffeellae*, por exemplo, encontrada apenas nos sistemas COM e NAT, causa um desvio na direção da elipse, indicando que este sistema difere parcialmente dos demais,

raciocínio válido também para sistema ORG, onde foram encontradas apenas as duas espécies de Braconidae.

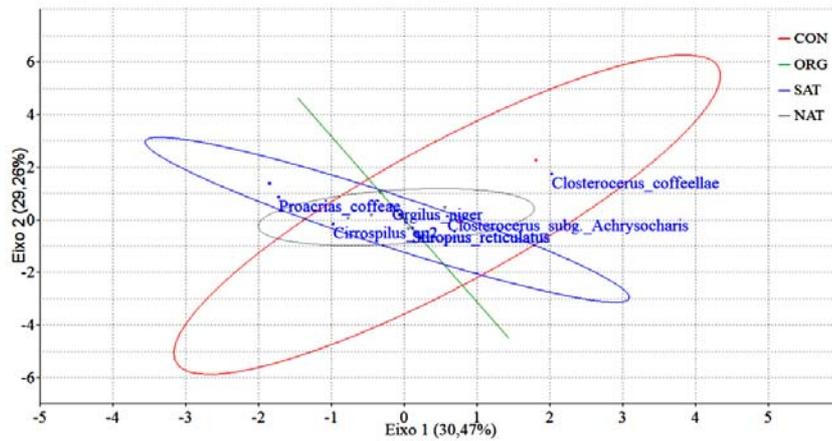


Figura 2 Diagrama da análise de correspondência indicando as similaridades entre as abundâncias das espécies de Hymenoptera parasitoides encontradas em cada sistema de produção de café (*Coffea arabica*)

Nota: Em Poço Fundo e Machado, MG. As elipses correspondem aos intervalos de 95% de confiança, e os valores entre parênteses nos eixos 1 e 2 as porcentagens dos *eigenvalue*. NAT = natural, SAT = sem agrotóxico, ORG = orgânico e CON = convencional. Abril e maio de 2010

4 DISCUSSÃO

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 (AVILÉS, 1991; ECOLE, 2003; MELO et al., 2007; PARRA et al., 1977; PIERE, 2011; SOUZA, 1979). Considerando-se os valores totais de parasitoides emergidos, constatou-se maior abundância de espécimes de braconídeos (84,0%), porém, maior riqueza de espécies de eulofídeos (cinco espécies contra duas).

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. Por exemplo, Ecole (2003) e Amaral et al. (2010), em Minas Gerais, concluíram que o grupo mais abundante foi Braconidae, enquanto que 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. 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) e outros que ainda não foram completamente elucidados.

Com relação às espécies encontradas neste trabalho, 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*. Resultados diversos 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, portanto diferentes espécies de parasitoides podem ser abundantes em lesões causadas pelo bicho-mineiro em cafezais do Estado.

Para o estado de São Paulo, Miranda (2009) observou predominância de eulofídeos dos gêneros *Closterocerus* e *Proacrias*, e entre os braconídeos, 73% dos espécimes eram do gênero *Stiropius* e 24,3% do gênero *Orgilus*. Versuti et al. (2010), observaram maior abundância de *O. niger* (89,2% do total de espécimes coletados) do que *S. reticulatus* (10,8%). Pierre (2011) registrou maior abundância de *O. niger* e *S. reticulatus* (Braconidae) e *P. coffeae* (Eulophidae), resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Portanto, considerando-se a região Sudeste do Brasil, sobretudo São Paulo e Minas Gerais, diferentes proporções podem ser observadas com relação às principais espécies, as quais, de maneira geral, se repetem.

Para Estados de outras regiões, como o Nordeste do Brasil, as espécies associadas a *L. coffeella* mais coletadas se diferenciam: na

Bahia, Melo et al. (2007) constataram *Neochrysocharis coffeae* (Ihering, 1914) como a mais frequente e dominante na região oeste, e *Horismenus aeneicollis* (Ashmead, 1904), *Stiropius* sp.1 e *N. coffeae* como as mais frequentes, constantes e dominantes na região sudoeste do Estado. Na região Sul do Brasil, Villacorta (1980) constatou, no Paraná, que *H. aeneicollis*, *N. coffeae*, *Cirrospilus* sp1, *Cirrospilus* sp.2 e *Mirax* sp. contribuíram com a mortalidade de *L. coffeella*, sendo a última espécie a mais abundante dentre os parasitoides naquela região.

Desse modo, não há uma espécie ou família de himenópteros parasitoides que seja numericamente predominante para todo país. No entanto, de maneira geral, pode-se observar 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, 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. Além disso, a época do ano pode influenciar os resultados, motivo pelo qual foi selecionada, para este estudo, uma das épocas de maior ocorrência da praga.

Considerando-se os diferentes sistemas de produção estudados (Tabelas 1 e 2), observa-se que o sistema NAT apresentou a maior riqueza de espécies (sete) de parasitoides de *L. coffeella*, sendo a maioria eulofídeos. Nos demais sistemas houve uma variação de duas a três espécies, com minoria de Eulophidae. Além disso, as abundâncias de

Braconidae e Eulophidae foram significativamente maiores em NAT do que nos demais sistemas, tendo sido também observadas diferenças para *O. niger*, mais abundante em NAT se comparado a CON e ORG, mas sem diferença estatística em relação a SAT (Tabela 2). Estes resultados podem ser explicados, em parte, pela maior complexidade vegetal observada no sistema NAT em relação aos demais, conforme descrito anteriormente. Com relação à riqueza de Eulophidae, embora a maioria das espécies seja endoparasitoide primário, podem também ser facultativos e, ainda, se comportarem como parasitoides secundários (LOMELI-FLORES, 2007). Esse grupo pode parasitar hospedeiros pertencentes à cerca de 100 famílias em dez diferentes ordens de insetos, além de ovos de aranhas, carrapatos e nematoides (LA SALLE; GAULD, 1993). Portanto, a maior riqueza de espécies de Eulophidae pode estar associada à maior diversidade de hospedeiros alternativos existentes no sistema NAT, fato que deve ser confirmado em trabalhos futuros, por meio de coletas de larvas de outras espécies de lepidópteros minadores nas diversas plantas componentes do sistema NAT, e associando-as com as espécies de eulofídeos obtidas de *L. coffeella*.

Os braconídeos *S. reticulatus* e *O. niger*, por sua vez, tiveram ocorrência registrada nos quatro sistemas de produção estudados, porém, com maior abundância no sistema NAT em relação ao SAT, CON e ORG. Esta maior abundância pode ser devida aos mesmos fatores que explicam o maior número de espécies de eulofídeos presentes em lavouras conduzidas sob este sistema de manejo. Em sistemas de paisagens agrícolas complexas comparados a paisagens simples em relação à diversidade vegetal, observa-se maior parasitismo de lagartas

por braconídeos (MARINO; LANDIS, 1996), o que se assemelha com as observações feitas neste trabalho em relação à maior abundância de braconídeos no sistema NAT.

Por outro lado, a não diferenciação entre os demais sistemas, com base nas espécies ou abundância de Braconidae, foi observada também por outros autores. Ecolé (2003) não encontrou diferenças entre cafezais orgânicos e convencionais, onde foram predominantes os braconídeos *O. niger*, *Centistidea striata* Penteadó Dias, 1999 e *S. reticulatus*. Aguiar-Menezes et al. (2007) e Monterrey et al. (2001) também não encontraram diferenças significativas entre sistemas sombreados e a pleno sol para parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro. Pierre (2010) 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, conforme foi observado neste trabalho, exceção sendo feita ao sistema NAT.

Portanto, 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 cafeeiro. Segundo Wharton et al. (1997), os braconídeos são comuns e abundantes em todos os sistemas

terrestres exercendo importante papel na regulação de populações de insetos fitófagos. Além disso, esses insetos podem ser usados como indicadores do grau de preservação do ambiente e dos efeitos das atividades antrópicas nos ecossistemas (GONZALES; RUÍS, 2000). Para um controle biológico eficaz com o uso destes parasitoides nativos, torna-se importante a preservação e incremento da diversidade vegetal nestes habitats, de modo a garantir a conservação e atividade destes inimigos naturais, apesar de também estarem presentes, ainda que em menor abundância, nos sistemas menos diversificados aqui estudados.

Muitas pesquisas têm demonstrado que as intensificações do manejo em áreas agrícolas afetam negativamente a biodiversidade (PERFECTO et al., 2003; RICHTER et al., 2007; VEDDELER et al., 2010). Em áreas de monocultura de café a pleno sol, sob manejo intensificado, a biodiversidade é significativamente reduzida (ARMBRECHT et al., 2005; PERFECTO et al., 2003; PHILPOTT et al., 2008), afetando, inclusive, as populações de espécies benéficas (VERGARA; BADANO, 2009). Além disso, o manejo da diversidade da vegetação em paisagens agrícolas afeta variáveis abióticas como, por exemplo, a temperatura e umidade relativa que, por sua vez, afetam a dinâmica populacional de artrópodos nesses ambientes (SPERBER et al., 2004; TEODORO et al., 2008).

Neste trabalho, a composição da comunidade de parasitoides nos sistemas CON, SAT e ORG foi muito semelhante, contrariando as expectativas. No sistema orgânico, por exemplo, onde a perturbação antrópica é menor quando comparado aos sistemas SAT e CON, foram coletadas apenas duas espécies de braconídeos, e nenhuma de

Eulophidae. Embora existam diferenças no manejo dos sistemas SAT, CON e ORG, como por exemplo, a adubação (orgânica *versus* sintética) e o uso ou não de agrotóxicos, caldas fitoprotetoras e biofertilizantes, os resultados evidenciam semelhanças quanto à riqueza e abundância de parasitoides do bicho-mineiro entre eles. Uma possível explicação para esse resultado é o fato de os talhões manejados sob esses sistemas estarem localizados em uma região com características biogeográficas semelhantes, como altitude, tipo de solo e composição florística, acarretando em semelhanças na disponibilidade de hospedeiros e recursos extras, e favorecendo, conseqüentemente, a semelhança na riqueza e abundância de espécies.

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. 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) 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, para esta espécie varia de 20% a 30%

(SOUZA et al., 1998). Resultados semelhantes foram obtidos em nosso estudo.

Estes resultados indicam que diferentes níveis de complexidade na composição dos sistemas cafeeiros não afetam a infestação dessa importante praga do cultivo. Sendo *L. coffeella* uma espécie monófaga, específica do cafeeiro, tal resultado é coerente, pois a presença de outras plantas no ambiente não representa uma oportunidade para multiplicação desse inseto, no entanto, a porcentagem de parasitismo de minas intactas (%PAR) foi significativamente maior no sistema NAT. 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 (34,17%) foi superior ao obtido por Pierre (2011) em sistema convencional (19,47%) e orgânico (18,5%).

De maneira análoga ao observado para os outros parâmetros já discutidos neste trabalho, não houve diferença significativa na %PAR entre os sistemas SAT, CON e ORG, resultado que se assemelha ao obtido por Pierre (2011) que não observou diferença significativa na porcentagem de parasitismo entre lavouras sob manejo convencional e orgânico. Entretanto, Menezes Jr. et al., (2007), comparando o parasitismo de bicho-mineiro do cafeeiro em cultivos orgânicos e convencionais no norte do Paraná, concluíram que os orgânicos apresentaram índices médios de parasitismo mais constantes e elevados e com maior diversidade de parasitoides. Neste estudo constata-se 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.

Analisando os resultados quanto à similaridade (análise de Cluster), observa-se que o maior valor foi verificado entre o par CON/ORG, considerados os mais semelhantes quanto à ocorrência dos parasitoides neste estudo. Cabe lembrar, no entanto, que parte dessa resposta deve-se ao fato de que a riqueza de espécies em ambos os sistemas foi baixa, com dominância de apenas duas espécies de braconídeos. A menor similaridade foi constatada entre os sistemas ORG/NAT, em função da maior discrepância na riqueza e dominância de espécies entre eles. Pierre (2011) observou uma similaridade de 70% entre os sistemas Convencional/Orgânico e uma correlação (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.

A análise de correspondência foi utilizada neste trabalho para contribuir com a elucidação de possíveis diferenças entre os sistemas estudados. Segundo os resultados gráficos (Figura 2, considerando-se as elipses de 95% de confiança), maiores semelhanças foram observadas entre os sistemas NAT e SAT, cuja abundância das espécies mais dominante (*O. niger* e *S. reticulatus*, Tabela 1) foram semelhantes. Por outro lado, observa-se maior discrepância do sistema NAT em relação ao sistema CON, possivelmente por terem sido coletadas poucas espécies nesse último, mas, uma delas, *C. coffeellae*, exclusiva desse sistema, o

que diminui as similaridades, gerando elipses de 95% de confiança em direções opostas. Comparando o sistema convencional e o orgânico, também via análise de correspondência, Pierre (2011) concluiu que ambos foram muito semelhantes com relação à abundância e riqueza de parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro.

O cálculo do índice H' confirma diversos resultados já discutidos anteriormente, pois o maior valor foi obtido no sistema NAT, sendo significativamente maior que os demais, os quais não diferiram entre si. Esse resultado confirma o efeito da diversificação vegetal sobre a diversidade de parasitoides de *L. coffeella*, pois o sistema mais diverso resultou em maior valor de H' , como era esperado. A não diferenciação entre os demais sistemas, segundo este parâmetro, assemelha-se aos demais parâmetros utilizados neste trabalho, indicando que os sistemas SAT, CON e ORG 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.

Portanto, de uma forma geral, tanto para a riqueza quanto para a abundância das famílias Eulophidae e Braconidae, fica claro que as diferenças encontradas neste trabalho entre o sistema NAT e os demais podem estar relacionadas a diversos fatores, como o manejo da lavoura e as condições microclimáticas (PEREIRA et al., 2007, REIS et al., 1976) peculiares de cada região de cultivo. Além disso, o sistema NAT, caracterizado pela maior diversificação de espécies vegetais, nativas ou introduzidas, associadas ao cafeeiro, e pela menor interferência humana, supostamente mantêm-se com um ambiente mais equilibrado e, portanto,

garante maior disponibilidade de hospedeiros alternativos, locais para refúgio e microclima para proteção contra condições adversas (ALTIERI et al., 2003; ANDOW, 1991; LANDIS et al., 2000), recursos esses não comumente encontrados em agroecossistemas mais intensamente manejados.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que o sistema de cultivo Agroflorestal Natural é diferente dos demais sistemas estudados com relação à composição dos himenópteros parasitoides de *L. coffeella*, por conter maior número de espécies e de espécimes, o que por sua vez proporciona uma maior eficiência no parasitismo do bicho-mineiro-do-cafeeiro e regulação da população desta praga. Além disso, os resultados também mostram que o cultivo de café no sul de Minas Gerais e, particularmente, no sistema de produção Agroflorestal Natural, é potencialmente importante para a manutenção e preservação da diversidade deste grupo de parasitoides e, conseqüentemente, para o controle biológico.

**DIVERSITY OF PARASITOIDS OF COFFEE LEAF MINER
LEUCOPTERA COFFEELLA IN DIFFERENT COFFEE
ECOSYSTEMS IN SOUTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL**

ABSTRACT

Coffee (*Coffea* spp.) is grown under different management systems in Brazil, all facing severe pests such as coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Southern Minas Gerais is a major center of coffee production under different farming systems as alternatives to full sun conventional management; however, studies comparing the effects of these systems on pests and natural enemies are still scarce. The goal of this study was to evaluate diversity of Hymenoptera parasitoids and its relationship with *L. coffeella* in four coffee farming systems: conventional, organic, without pesticides and natural agroforestry. Surveys were conducted during April and May 2010 in 12 coffee plots in the municipalities of Machado and Poço Fundo, state of Minas Gerais. For assessing species richness, abundance, diversity and similarity between study areas, and leaf miner parasitism rate, were collected 20 leaves 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 30 days were collected. To evaluate leaf miner infestation were established 10 collection points in each plot, where six plants were chosen at random and had one leaf removed, totaling 60 leaves in each collection. Composition of hymenopteran parasitoids in natural agroforestry farming system was significantly different from the others, possibly due to abundance of habitats and alternative hosts. Leaf miner infestation rates were not significantly different between the systems. However, the natural agroforestry system had greater diversity and higher parasitism rate when compared to the other systems, which did not differ significantly from one another. These results suggest that natural farming systems are potentially important for both maintaining group diversity and biological control of pests.

Keywords: Parasitic Hymenoptera. Braconidae. Eulophidae. *Coffea arabica*. Conservation biological control. Biodiversity.

REFERÊNCIAS

- 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.; NASCIMENTO SILVA, E.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 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**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 561-586, 1991.
- ARMBRECHT, I., RIVERA, L.; PERFECTO, I. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter and assemblage of Colombian coffee plantations. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, p. 897-907, 2005.
- AVELAR, M.B.L. **Análise da agregação espacial do bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae)) em lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) orgânica em formação**. 2008. 66p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2008.

AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e de seus parasitoides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional.** 1991. 126 p. Tese (Doutorado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.1991.

CAIXETA, S.L.; MARTINEZ, H.E.P.; PICANÇO, M.C.; CECON, P.R.; ESPOSTI, M.D.D.; AMARAL, J.F.T. Nutrição e vigor de mudas de cafeeiro e infestação por bicho-mineiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1429-1435, set-out. 2004.

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

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

FRAGOSO, D.B. **Resistência e sinergismo a inseticidas fosforados em populações de *Leucoptera coffeella* (Guèr-Ménev.) (Lepidoptera: Lyonetiidae).** 2000.35p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

GONZÁLES, H.D.; RUÍZ, D. B. Los Braconidos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parametro de Biodiversidad en las selvas deciduas del tropico: uma discusion acerca de su posible uso. **Acta Zoologica Mexicana**, Xalapa, México, v.79, p. 43-56, 2000.

GORDON, C.; MANSON, R.; SUNDBERG, J.; CRUZ-ANGÓN, A. Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 118, p. 256–266, 2007.

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

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.

HUBER, J.T.; DARBYSHIRE, S.; BISSETT, J.; FOOTTIT, R.G. Taxonomy and biological control. In: MASON, P.G; HUBER, J.T (Ed.). **Biological control programmer in Canada**, 1981-2000. Wallington: CAB Publ. cap. 3, p.14-22, 2002.

JANSEN, A.E. **Plant protection in coffee** – recommendations for the Common Code for the Coffee Community-initiative. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. July. 2005.

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**, Stanford, v.45, p.175-201, 2000.

LA SALLE, J., GAULD, I.D. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. In: La Salle, J., Gauld, I.D. (Eds.), **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB International, Wallingford, pp. 1–26, 1993.

LOMELI-FLORES, J.R.L. **Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico**. 203 f. Tese de Doutorado em Office of Graduate Studies of Texas A&M University,

Texas, EUA, 2007. Disponível em: <
<https://txspace.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/85837/Lomeli-Flores.pdf>> Acesso em 12 nov. 2010.

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, Mexico. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n.1, p. 51-60, 2009.

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.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science, 2004. 256p.

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.

MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P.J.D.; PATERSON, G.L.J. 1997. **Biodiversity professional: beta version**. London: The Natural History Museum; Scottish Association for Marine Science, 1997. 140p.

MCNEELY, J.A.; SCHROTH, G. Agroforestry and biodiversity conservation—traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. **Biodiversity and Conservation**, London, v.15, p.549–554, 2006.

MELO, T.L.; CASTELLANI, M.A.; NASCIMENTO, M.L.do; MENEZES JUNIOR, A.O.; FERREIRA, G.F.P.; LEMOS O.L. Comunidades de parasitoides 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, jul/ago, 2007.

- MENEZES JÚNIOR, A.O.; ANDROCIOLI, 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. **Parasitoides (Hym., Eulophidae) de bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lep., Lyonetiidae)**. 2009. 44p. Dissertação (Mestrado Agronomia/ Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias–UNESP, Jaboticabal, SP, 2009.
- MOGUEL, P.; TOLEDO, V.M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. **Conservation Biology**, Cambridge, v.13, n.1, p.11-21, 1999.
- MONTERREY, J.; SUAREZ, D.; GONZALES, M. Comportamiento de insectos en sistemas agroforestales con café en el Pacífico sur de Nicaragua. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v.8, p.15–21, 2001.
- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M. A. Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leafminer in Mexico. **Ecological Entomology**, London, 19, 159-167, 1994.
- 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, n.1, p.138-143, 1977.
- PEREIRA, E.J.G.; PICANCO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; GUEDES, R.N.C. Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, London, v.97, p.421–432, 2007.

PERFECTO, I.; RICE, R.A.; GREENBERG, R.; van DER VOORT, M.E. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. Shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.46, p.598–608, 1996.

PERFECTO, I.; MAS, A.; DIETSCH, T.; VANDERMEER, J. Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. **Biodiversity and Conservation**, London, 12: 1239–1252, 2003.

PERIOTO, N.W.; TAVARES, M.T. Chalcidoidea. In **Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX**. Invertebrados Terrestres. (Brandão, C. R. F. & Cancellato, E.M. eds). FAPESP, São Paulo, p.153-168, 1999.

PHILPOTT, S.M. Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v.64, p.219–224, 2005.

PHILPOTT, S.M.; ARENDT, W.J.; ARMBRECHT, I.; BICHIER, P.; DIESTCH, T.V.; GORDON, C.; GREENBERG, R.; PERFECTO, I.; REYNOSO-SANTOS, R.; SOLO-PINTO, L.; TEJEDA-CRUZ, C.; WILLIAMS-LINERA, G. VALENZUELA, J.; ZOLOTOFF, J.M. Biodiversity loss in Latin American coffee landscape: Review of the evidence on ants, birds, and trees. **Conservation Biology**, Cambridge, v.22, n.5, p.1093-1105, 2008.

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.

PINEDA, E., MORENO, C., ESCOBAR, F., HALFFTER, G. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. **Conservation Biology**, Cambridge, v.19, p.400–410, 2005.

REIS JR., R.; DE SOUZA, O.; VILELA, E.F. Predators impairing the natural biological control of parasitoids. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.3, p. 507-514, 2000.

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. Insetos na folha. **Cultivar**, Pelotas – RS, v.4, n.38, p. 30-33, abr., 2002.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; VENZON, M. Manejo Ecológico das principais pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, p.83–99, 2002.

REIS, P.R.; LIMA, J.O.G.; SOUZA, J.C. de. Flutuação populacional do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), nas regiões cafeeiras de Minas Gerais e identificação de inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4., 1976, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GEARC, 1976. p. 105-106.

RICHTER, A.; KLEIN, A. M.; TSCHARNTKE, T.; TYLIANAKIS, J. M. Abandonment of coffee agroforests increases insect abundance and diversity. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v.69, p.175–182, 2007.

ROININEM, H., PRICE, P.W. & TAHVANAINEM, J. Bottom-up and top-down influences in the trophic system of a willow, a galling sawfly and inquilines. **Oikos**, Lund (SE), v.77, p. 44 – 50, 1996.

SANTOS, J.C.F.; RAIJ, B.V.; LIMA, A.J. de; JÚNIOR, P.C.A. Avaliação de conformidades de cafeicultores do Cerrado Mineiro sobre exigências da Produção Integrada de Café. **Coffee Science**, Lavras, v.3, n.1, p.7-18, 2008.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. de; OLIVEIRA, A. D. de. ZEE – **Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais**. CR ROM., 2007.

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

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

SPERBER, C. F.; NAKAYAMA, K.; VALVERDE, M.J.; NEVES, F. de S. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v.5, p. 241–251, 2004.

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, 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, p.659-665, 2009.

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

TYLIANAKIS, J. M.; KLEIN, A.M.; TSCHARNTKE, T. Spatiotemporal variation in the diversity of hymenoptera across a tropical habitat gradient. **Ecology**, Washington, v.86, n.12, p. 3296-3302, 2005.

VERGARA, C.H.; BADANO, E.I. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: the importance of rustic management systems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, (US), v.129, p.117-123, 2009.

VEDDLER, D.; TYLIANAKIS, J.; TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A.M. Natural enemy diversity reduces temporal variability in wasp but not bee parasitism. . **Oecologia**, Berlin, v.162, p.755–762, 2010.

VERSUTI, D.R.; FERNANDES, D.R.R.; SPERA, B.R.; MAIA, R.A.; ASSIS, R.V. de; LARA, R.I.R.; PERIOTO, N.W. Braconídeos (Hymenoptera) associados ao bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera, Lyonetiidae) em Cravinhos, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XII, 2010, Natal. **Anais... SEB**, 1 CD_ROM.

VILLACORTA, A. Alguns factores que afetam a população estacional de *Perileucoptera coffeella* Guérin-Mèneville, Norte do Paraná, Londrina/PR. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 9, p. 23-32, 1980.

WHARTON, R.A.; MARSH, P.M.; SHARKEY, M.J. (Eds.) **Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**. Washington: Special Publication of The International Society of Hymenopterists, n.1, 1997.439p.

ARTIGO 3 Composição de espécies e estrutura da comunidade de ácaros em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro

Lêda G. Fernandes³
Luis Cláudio P. Silveira
Marçal Pedro Neto
Brígida Souza

Normalizado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003)

³ Email para correspondência: ledagf@yahoo.com.

RESUMO

São poucos os estudos sobre a avaliação da acarofauna nos diferentes agroecossistemas cafeeiros. Neste trabalho objetivou-se avaliar a comunidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas em agroecossistemas cafeeiros conduzidos em quatro sistemas de manejo: convencional a pleno sol (CON), orgânico (ORG), sem agrotóxico (SAT) e agroflorestal natural (NAT). Foram avaliadas três propriedades de cada sistema e em cada uma estabeleceram-se dez pontos de amostragem, onde seis folhas (uma folha/planta) mais internas, do último par de ramos do terço inferior das plantas foram retiradas aleatoriamente. Os ácaros foram extraídos por meio da lavagem das folhas e montados em lâminas de microscopia com o meio de Hoyer. Entre os ácaros fitófagos, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), foi a espécie mais abundante se sobressaindo no sistema NAT. O ácaro predador *Pronematus* sp. foi encontrado em todos os sistemas estudados, com maior abundância no sistema ORG. Entre os ácaros generalistas destacou-se *Fungitarsonemus* sp., no entanto, a grande abundância desta espécie foi verificada nos sistemas NAT e SAT. A maior riqueza de táxons e diversidade de ácaros foi observada no sistema NAT, porém, não foi constatada diferença significativa entre os sistemas estudados. Quando comparada a ocorrência dos ácaros de acordo com seus hábitos alimentares, foi constatada diferença significativa para os predadores e generalistas os quais foram mais abundantes no sistema NAT. Conclui-se que os sistemas de manejo interferem na estrutura e composição das comunidades de ácaros e que o sistema NAT possui maior potencial para conservação deste grupo em cafeeiros no sul de Minas Gerais.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Sistemas de produção do cafeeiro. Biodiversidade. Acari. Controle biológico conservativo.

1 INTRODUÇÃO

O parque cafeeiro (*Coffea* spp.) em produção no Brasil ocupa atualmente uma área superior a dois milhões de hectares, dos quais, mais de um milhão encontra-se em Minas Gerais, sendo mais da metade deles distribuídos na região sul e centro oeste do Estado (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012). Apesar da importância socioeconômica que a cafeicultura representa para o país, é importante reconhecer que a fragmentação de ecossistemas naturais para implantação de monoculturas extensivas resulta na perda de importantes habitats para a conservação da biodiversidade (DIAS et al., 2008). Segundo Altieri e Letourneau (1982), a instabilidade dos agroecossistemas manifesta-se à medida que o agravamento de muitos problemas com pragas torna-se cada vez mais relacionado à expansão das monoculturas e à eliminação da vegetação natural, o que reduz a diversidade do habitat local.

Mudanças na estrutura da paisagem tais como redução da proporção de fragmentos de vegetação nativa ou aumento de seu isolamento, podem alterar a habilidade dos inimigos naturais dessas pragas de se dispersar, ocorrendo, assim, redução no tamanho das populações regionais (JONSEN; FAHRIG, 1997). O decréscimo da diversidade vegetal pode afetar negativamente a abundância e a eficiência dos inimigos naturais que dependem da complexidade do habitat para obtenção de presas/hospedeiros alternativos (ALTIERI; LETOURNEAU, 1982).

Agroecossistemas cafeeiros têm recebido atenção considerável por sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade (MOGUEL; TOLEDO, 1999; TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009). Vários estudos têm documentado as perdas da biodiversidade (diminuição da riqueza) devido à intensificação do manejo na cultura do café, como por exemplo, com abelhas e vespas na Indonésia (KLEIN et al., 2002), com formigas na Colômbia (ARMBRECHT; RIVERA; PERFECTO, 2005), com formigas, aves e árvores em diferentes regiões. Entretanto, ainda persistem dúvidas sobre a sensibilidade relativa de cada táxon e dos grupos funcionais, bem como sobre a variabilidade das implicações para conservação da biodiversidade entre as regiões estudadas (PHILPOTT et al., 2008).

No Brasil, diferentes sistemas de manejo e produção são utilizados na cultura do cafeeiro. O cultivo do cafeeiro sob o sistema convencional, que é a monocultura a pleno sol, com utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos de amplo espectro, corresponde à quase totalidade dos plantios, porém, outros sistemas menos impactantes são também utilizados, como por exemplo, o cultivo orgânico sombreado ou a pleno sol, os agroflorestais, os agroecológicos, entre outros. Poucos estudos sobre a avaliação da artropodofauna, especificamente a acarofauna, nestes agroecossistemas foram realizados.

Os ácaros têm sofrido o reflexo da simplificação do meio ambiente (SILVA, 2007). A intensa degradação de sistemas naturais por atividades agropecuárias e industriais tem levado ao desaparecimento muitas espécies de ácaros que estão associados à vegetação nativa. As comunidades de ácaros são compostas por espécies de diferentes níveis

tróficos e o estudo da fauna destes organismos pode fornecer informações sobre como a modificação do habitat afeta a biodiversidade e a função dos ecossistemas (TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2009).

No Equador, a resposta sazonal da comunidade de ácaros em cafeeiros conduzidos em diferentes sistemas agroflorestais (sistema agroflorestal com sombreamento simples, agroflorestal com sombreamento complexo e agroflorestal abandonado) foi avaliada por Teodoro, Klein e Tschardtke (2009), os quais concluíram que, na estação seca, a riqueza de espécies foi negativamente afetada pela intensificação do manejo, com maior número nos sistemas agroflorestais menos perturbados (abandonados) em comparação com o agroflorestal simples.

Com este trabalho objetivou-se avaliar a comunidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas existentes em agroecossistemas cafeeiros conduzidos em quatro diferentes sistemas de manejo, o convencional (CON), o sem agrotóxico (SAT), o orgânico (ORG) e o agroflorestal natural (NAT) e verificar se o sistema ou a intensificação do manejo da cultura interfere na estrutura da comunidade e biodiversidade deste grupo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

Os levantamentos foram realizados durante os meses de abril e maio de 2010, em dez fazendas de café nos municípios de Machado e Poço Fundo, sul do estado de Minas Gerais, Brasil. As temperaturas médias anuais são de 19 a 21 °C e precipitação pluvial média anual de 1.534 a 1.876 mm (SCOLFORO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2007). A cafeicultura sul mineira é bem caracterizada por englobar médios e pequenos produtores de cafés de alta qualidade e de cafés orgânicos. Os meses em que se procederam às amostragens são caracterizados por baixa precipitação pluvial, final de maturação dos frutos e início de colheita.

Foram avaliados os sistemas de produção: convencional a pleno sol (CON), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e agroflorestal natural (NAT). Para cada um deles foram amostrados três talhões de tamanho variável e com diferentes cultivares de cafeeiro *Coffea arabica* L. (Tabela 1).

O sistema convencional a pleno sol (CON) é embasado no monocultivo com a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos de amplo espectro para o controle de pragas e doenças. O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual, roçadeiras e herbicidas. O sistema SAT (ou organo-mineral) é fundamentado na não utilização de agrotóxicos. Nas propriedades estudadas utilizaram-se fertilizantes químicos no solo e orgânicos via foliar, compostagem e palha de café. O manejo de plantas espontâneas é realizado por meio de capina

manual e roçadeira, e o controle de pragas e doenças por meio de aplicação de insumos orgânicos, biofertilizantes e fitoprotetores comerciais (Nutricafé ®, Fishfertil ®, Viça-café plus®, Celleron ® e Supera ®) e caldas fitoprotetoras (Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre). As propriedades sob cultivo orgânico (ORG) estão fundamentadas em princípios agroecológicos e de conservação dos recursos naturais, com a utilização de fertilizantes orgânicos aplicados no solo e via foliar (farelo de mamona, salitre do Chile, composto orgânico e palha de café), biofertilizantes e caldas fitoprotetoras para o manejo de pragas e doenças (Nutricafé ®, Fishfertil ®, Viça-café plus®, Celleron®, Supera®, Supermagro, Calda Viçosa e Hidróxido de Cobre). O manejo das plantas espontâneas é realizado por meio de capina manual e roçadeira.

Tabela 1 Talhões experimentais utilizados em cada sistema de cultivo do cafeeiro (*Coffea arabica*), com a respectiva área e cultivares de café

Sistema e Município	Talhão (coordenadas, altitude)	Cultivares	Área (ha)
CONVENCIONAL Poço Fundo, MG	1) 21°46'50"S / 46°01'41"O / 1175 m	Catuaí	3,2
	2) 21°46'16"S / 46°00'58"O / 959 m	Catuaí	4,0
	3) 21°46'05"S / 46°01'15"O / 1046 m	Mundo Novo	5,0
SAT Poço Fundo, MG	1) 21°46'02"S / 46°00'48"O / 950 m	Catuaí	5,0
	2) 21°46'01"S / 46°00'31"O / 961 m	Mundo Novo	3,0
	3) 21°45'35"S / 46°00'18"O / 933 m	Catuaí	4,5
ORGÂNICO Poço Fundo, MG	1) 21°46'49"S / 46°01'32"O / 1171 m	Catuaí	1,0
	2) 21°46'14"S / 46°01'28"O / 1070 m	Catuaí	3,0
	3) 21°46'20"S / 46°01'03"O / 980 m	Catuaí	4,4
NATURAL Machado, MG	1) 21°36'48"S / 45°57'26"O / 993 m	Rubi	3,0
	2) 21°36'45"S / 45°57'26"O / 993 m	Catuaí	2,5
	3) 21°36'52"S / 45°57'28"O / 1008 m	Mundo Novo	2,5

Nota: Abril e Maio de 2010.

Os sistemas de produção orgânico e SAT são conduzidos por agricultores familiares pertencentes à Cooperativa de Produtores Familiares de Poço Fundo (COOPFAM), que usualmente cultivam plantas anuais nas entrelinhas dos cafeeiros, como feijão, fumo e milho. Além dessas, também cultivam bananeiras nos arredores e entre as lavouras como quebra-ventos, as quais são exploradas economicamente. Estas propriedades mantêm matas adjacentes, além de espécies arbóreas nativas distribuídas aleatoriamente entre as áreas cultivadas. Todas as propriedades orgânicas são certificadas pela certificadora BCS OKO Garântie desde 2002 e pela certificadora Fair Trade desde 1998.

A propriedade conduzida no sistema agroflorestal natural (NAT) pratica o manejo baseado em conceitos ecológicos, sobretudo a diversificação vegetal, apresentando árvores nativas, leguminosas e frutíferas plantadas de forma aleatória. Nesse sistema não se utiliza nenhum tipo de insumo, sendo conduzido de forma totalmente natural. A nutrição do cafeeiro é feita com subprodutos do café (palha) e, principalmente, com a serrapilheira acumulada por meio dos restos de folhas, ervas espontâneas e galhos oriundos do sistema agroflorestal.

Realizam-se podas anuais, roçada nas entrelinhas até cinco vezes ao ano, capina nas linhas de plantio duas ou três vezes ao ano e desbrota uma vez ao ano. A lavoura está sob esse sistema de manejo desde 1998 e possui certificação orgânica pela BCS OKO Garântie desde 2001.

2.2 Amostragens

Em cada um dos três talhões definidos para cada sistema estudado foram estabelecidos dez pontos de amostragem. Em cada ponto foram retiradas, ao acaso, seis folhas (1 folha/planta) mais internas do último par de ramos do terço inferior das plantas (REIS et al., 2000), totalizando 60 folhas por talhão e 360 folhas por sistema, considerando duas datas de coleta (abril e maio).

As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos de 5 litros e transportadas para o laboratório de Biologia do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Câmpus Machado (IFSULDEMINAS), onde foi realizado o preparo das amostras pelo método de lavagem das folhas (SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005). Para a extração dos ácaros presentes nas amostras, em cada saco plástico foi colocado de 1 a 2 litros de água e gotas de detergente com o objetivo de quebrar a serosidade das folhas, procedendo-se à agitação da amostra por aproximadamente 15 segundos. O líquido resultante foi passado em peneira granulométrica de 325 mesh visando à retenção dos ácaros fitófagos, predadores e generalistas presentes. O material retido na peneira foi transferido para frascos de vidro com capacidade de 30 ml, com auxílio de pisseta com álcool 70%.

A análise dos espécimes presentes nas amostras coletadas foi realizada sob estereomicroscópio e os mesmos foram montados em lâminas de microscopia com meio de Hoyer (FLECHTMANN, 1985) para identificação e quantificação, a qual se deu por meio de chaves dicotômicas (MARCHETTI, 2008).

2.3 Análise dos dados

Para a análise dos parâmetros ecológicos da acarofauna encontrada nestes agroecossistemas foi utilizado o software Biodiversity Pro[®] (MCALEECE; LAMBSHEAD; PATERSON, 1997), por meio do qual se determinou a riqueza de espécies (S), o índice de abundância segundo Lamshead, Platt e Shaw (1983), o índice de diversidade (H') segundo Shannon e Weaver (1949) e o índice de similaridade calculado pela análise de Cluster, segundo Pielou (1984).

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 duplicatas e o estimador de riqueza ACE, que se baseia na riqueza a abundância de espécies, por meio do programa estatístico EstimateS (COLWELL, 2005).

Os dados do número de ácaros encontrados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$. Esses índices, bem como o índice de diversidade H', foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias e posteriormente comparados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade exatos, ou Kruskal-Wallis no caso de não homogeneidade, todas feitas com o software Statistica[®] (STATSOFT, 2004).

3 RESULTADOS

3.1 Análise faunística dos ácaros nos diferentes sistemas de produção do cafeeiro

Nos sistemas convencional (CON), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e agroflorestal natural (NAT), nos meses de abril e maio de 2010, foi coletado um total de 448 espécimes de ácaros, distribuídos em 11 famílias e 24 espécies e seis morfoespécies. Deste total, 43,52% foram ácaros fitófagos, 43,08% generalistas e 13,39% predadores (Tabela 2).

Tabela 2 Riqueza, abundância (%), Índice de Shannon e hábito alimentar (P = Predador; F = Fitófago; G = Generalista) dos ácaros coletados em cafeeiro (*Coffea arabica*) nos sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

FAMÍLIAS/ ESPÉCIES	NAT		SAT		ORG		CON		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Phytoseiidae										
<i>Euseius citrifolius</i> (P)	10	3,46	-	-	1	2,50	-	-	11	2,45
<i>Euseius alatus</i> (P)	1	0,35	1	1,45	-	-	-	-	2	0,44
<i>Amblyseius compositus</i> (P)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
<i>Amblyseius herbicolus</i> (P)	1	0,35	-	-	1	2,50	1	2,00	3	0,67
<i>Neoseiulus tunus</i> (P)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
<i>Iphiseiodes zuluagai</i> (P)	-	-	1	1,45	-	-	-	-	1	0,22
<i>Proprioseiopsis dominigos</i> (P)	-	-	1	1,45	-	-	-	-	1	0,22
Imaturos (P)	9	3,11	2	2,89	2	5,00	3	6,00	16	3,57
Total	23	7,95	5	7,24	4	10,00	4	8,00	36	8,04
Riqueza	8		4		3		2			

“Tabela 2, continuação”

FAMÍLIAS/ ESPÉCIES	NAT		SAT		ORG		CON		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Stigmaeidae										
<i>Agistemus brasiliensis</i> (P)	3	1,04	-	-	-	-	-	-	3	0,67
<i>Agistemus</i> sp. (P)	2	0,69	-	-	-	-	-	-	2	0,44
Imaturos (P)	1	0,35	1	1,45	-	-	-	-	2	0,44
Total	6	2,07	1	1,45	-	-	-	-	7	1,56
Riqueza	3		1		0		0			
Tarsonemidae										
<i>Fungitarsonemus</i> sp. (G)	141	48,78	18	26,08	-	-	-	-	159	35,50
<i>Tarsonemus confusus</i> (F)	6	2,07	5	7,24	1	2,50	-	-	12	2,67
<i>Tarsonemus bilobatus</i> F)	2	0,69	1	1,45	-	-	-	-	3	0,67
<i>Tarsonemus</i> sp. (F)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Total	150	51,90	24	34,78	1	2,50			175	39,06
Riqueza	4		3		1		0			
Tenuipalpidae										
<i>Brevipalpus phoenicis</i> (F)	74	25,60	25	36,23	17	42,50	25	50,00	141	31,47
<i>Tenuipalpus</i> sp. (F)	2	0,69	-	-	-	-	-	-	2	0,44
<i>Brevipalpus</i> sp. (F)	2	0,69	-	-	-	-	-	-	2	0,44
Total	78	26,98	25	36,23	17	42,50	25	50,00	145	32,36
Riqueza	3		1		1		1			
Tetranychidae										
<i>Oligonychus illicis</i> (F)	5	1,73	2	2,89	11	27,50	11	22,00	29	6,47
<i>Oligonychus</i> sp. (F)	2	0,69	-	-	-	-	-	-	2	0,44
<i>Tetranychus</i> sp. (F)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Total	8	2,76	2	2,89	11	27,50	11	22,00	32	7,14
Riqueza	3		1		1		1			
Tydeidae										
<i>Lorrya formosa</i> (G)	3	1,03	-	-	-	-	-	-	3	0,67
<i>Lorrya</i> sp. (G)	10	-	-2	2,89	-	-	1	2,00	13	2,90
<i>Pronematus</i> sp. (P)	2	0,69	3	4,35	7	17,5	4	8,00	16	3,57
Total	15		5	7,24	7	17,5	5	10,00	32	7,14
Riqueza	3		2		1		2			

“Tabela 2, conclusão”

FAMÍLIAS/ ESPÉCIES	NAT		SAT		ORG		CON		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Acaridae										
<i>Neotropacarus mumai</i> (G)	3	1,03	3	4,35	-	-	3	6,00	9	2,00
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (G)	1	0,35	3	4,35	-	-	1	2,00	5	1,11
Total	4	1,38	6	8,69	-	-	4	8,00	14	3,11
Riqueza	2		2		0		2			
Winterschmidtidae (G)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Eriophyidae (F)	1	0,35	-	-	-	-	1	2,00	2	0,44
Oribatida (G)	2	0,69	1	1,45	-	-	-	-	3	0,67
Cunaxidae (P)	1	0,35	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Nº total de Ácaros	289	64,50	69	15,40	40	8,92	50	11,16	448	100
Riqueza Total¹	30		15		7		9			
Índice de Shannon (H')¹	1,41		1,07		0,87		0,85			

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

¹ Não significativo pelo teste de Kruskal-Wallis com 5% de significância

A comunidade de ácaros fitófagos foi composta pelas famílias Tenuipalpidae (74,35%), Tetranychidae (16,41%), Tarsonemidae (8,20%) e Eriophyidae (0,51%). Em Tenuipalpidae se destacou *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) que representou 72,30% dos ácaros fitófagos coletados em todos os sistemas. A maior abundância de *B. phoenicis* foi observada no sistema NAT, seguido pelos sistemas SAT, CON e ORG (Tabela 2), porém, para esta e demais famílias deste grupo não foi constatada diferença significativa entre os sistemas (Tabela 3). As demais espécies de Tenuipalpidae coletados foram *Tenuipalpus* sp. (1,38%) e *Brevipalpus* sp. (1,38%).

Tabela 3 Média (\pm erro padrão) do número de ácaros fitófagos por amostra em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON)

Táxons Fitófagos	Sistemas ¹			
	NAT	SAT	ORG	CON
1. <i>Tarsonemus confusus</i>	1,00 ($\pm 0,28$)	0,83 ($\pm 0,83$)	0,16 ($\pm 0,16$)	-
2. <i>Tarsonemus</i> sp.	0,16 ($\pm 0,16$)	-	-	-
3. <i>Tarsonemus bilobatus</i>	0,33 ($\pm 0,33$)	0,16 ($\pm 0,16$)	-	-
4. <i>Brevipalpus phoenicis</i>	12,33 ($\pm 4,24$)	4,16 ($\pm 3,19$)	2,83 ($\pm 1,90$)	4,16 ($\pm 1,83$)
5. <i>Brevipalpus</i> sp.	0,33 ($\pm 0,33$)	-	-	-
6. <i>Tenuipalpus</i> sp.	0,33 ($\pm 0,21$)	-	-	-
7. <i>Oligonychus ilicis</i>	0,83 ($\pm 0,54$)	0,33 ($\pm 0,33$)	1,83 ($\pm 1,04$)	1,83 ($\pm 0,70$)
8. <i>Oligonychus</i> sp.	0,33 ($\pm 0,33$)	0,16 ($\pm 0,16$)	-	-
9. <i>Tetranychus</i> sp.	0,16 ($\pm 0,16$)	-	-	-
10. Eriophidae spp.	0,16 ($\pm 0,16$)	-	-	0,16 ($\pm 0,16$)

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

¹ Não significativo a 5% de significância, pelo teste de Kruskal-Wallis.

Foram coletados espécimes de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917), *Oligonychus* sp. e *Tetranychus* sp., da família Tetranychidae. Em Tarsonemidae coletaram-se *Tarsonemus confusus* Ewing, 1939, *Tarsonemus bilobatus* Suski, 1965 e *Tarsonemus* sp. Os espécimes de Eriophyidae não foram identificados a nível específico (Tabela 2).

A comunidade de ácaros predadores representou 13,39% do total coletado em todos os sistemas. Foram representadas as famílias Phytoseiidae (60%), Tydeidae (26,66%), Stigmaeidae (11,66%) e

Cunaxidae (1,66%) e as seguintes espécies: *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970, *Euseius alatus* DeLeon, 1966, *Amblyseius compositus* Denmark e Muma, 1973, *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959), *Neoseiulus tunus* (DeLeon, 1967), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972, *Proprioseiopsis dominigos* (El-Banhawy, 1984) (Phytoseiidae), *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckerman & Oliveira, 2002 e *Agistemus* sp. (Stigmaeidae), *Pronematus* sp. (Tydeidae) e um espécime de Cunaxidae não identificado (Tabela 2).

Entre os ácaros predadores mereceram destaque as espécies *Pronematus* sp. e *E. citrifolius*. A primeira, que representou 26,66% do total de ácaros predadores coletados, foi encontrada em todos os sistemas, porém, com maior abundância no sistema ORG (43,75%). *E. citrifolius* representou 18,33% do total de predadores, porém, foi coletado somente nos sistemas NAT (90,90%) e ORG (9,09%). Para as espécies de ácaros predadores não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 4).

Os ácaros generalistas representaram 43,08% do total de ácaros coletados em todos os sistemas de produção, compreendendo as famílias Tarsonemidae (82,38%), Tydeidae (8,29%), Acaridae (7,25%) e Winterschmidtidae (0,51%), e a subordem Oribatida (1,55%). As seguintes espécies foram identificadas: *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae), *Lorrya formosa* Cooreman, 1958, *Lorrya* sp. (Tydeidae), *Neotropacarus mumai* (Cunliffe, 1964) e *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) (Acaridae). Os espécimes de Winterschmidtidae e aqueles da subordem Oribatida não foram identificados em nível específico (Tabela 2).

Tabela 4 Média (\pm erro padrão) do número de ácaros predadores por amostra em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON)

Táxons predadores	Sistemas ¹			
	NAT	SAT	ORG	CON
1. <i>Euseius citrifolius</i>	1,66 (\pm 0,91)	-	0,16(\pm 0,16)	-
2. <i>Euseius alatus</i>	0,16(\pm 0,16)	0,16(\pm 0,16)	-	-
3. <i>Amblyseius compositus</i>	0,16(\pm 0,16)	-	-	-
4. <i>Amblyseius herbicolus</i>	0,16(\pm 0,16)	-	0,16(\pm 0,16)	0,16(\pm 0,16)
5. <i>Neoseiulus tunus</i>	0,16(\pm 0,16)	-	-	-
6. <i>Iphiseiodes zuluagai</i>	-	0,16(\pm 0,16)	-	-
7. <i>Proprioseiopsis dominigos</i>	-	0,16(\pm 0,16)	-	-
8. <i>Agistemus brasiliensis</i>	0,50(\pm 0,50)	-	-	-
9. <i>Agistemus</i> sp	0,33(\pm 0,21)	-	-	-
10. <i>Pronematus</i> sp	0,33(\pm 0,21)	0,50(\pm 0,34)	1,16(\pm 0,83)	0,66(\pm 0,33)
11.Cunaxidae	0,16(\pm 0,16)	-	-	-

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e Maio de 2010.

¹Não significativo a 5% de significância, pelo teste de Kruskal-Wallis.

Entre os ácaros generalistas destacou-se *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae) que representou 82,38% do total dos ácaros generalistas. No entanto, a grande abundância desta espécie foi verificada somente nos sistemas NAT (88,67%) e SAT (11,32%). Não foram encontrados ácaros generalistas no sistema orgânico. Para as espécies de ácaros generalistas não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 5).

Tabela 5 Média (\pm erro padrão) do número de ácaros generalistas por amostra em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON)

Táxons generalistas ¹	Sistemas			
	NAT	SAT	ORG	CON
1. <i>Lorrya formosa</i>	0,50 (\pm 0,22)	-	-	-
2. <i>Lorrya sp.</i>	1,66 (\pm 0,76)	0,33 (\pm 0,21)	-	0,16 (\pm 0,16)
3. <i>Fungitarsonemus sp.</i>	23,50(\pm 7,24)	3,00 (\pm 0,21)	-	-
4. <i>Neotropacarus mumai</i>	0,50 (\pm 0,34)	0,50 (\pm 0,34)	-	0,50 (\pm 0,34)
5. <i>Tyrophagus putrescentiae</i>	0,16 (\pm 0,16)	0,50 (\pm 0,34)	-	0,79 (\pm 0,08)
6. Winterschmidtidae	0,16 (\pm 0,16)	-	-	-
7. Oribatida	0,33 (\pm 0,33)	0,16 (\pm 0,16)	-	-

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e Maio de 2010.

¹ Não significativo pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância.

Independentemente do hábito alimentar, a maior riqueza de táxons de ácaros foi observada nos sistemas NAT e SAT. O maior valor para o índice de diversidade H' foi verificado no sistema NAT, seguido por SAT, ORG e CON (Tabela 2), porém, sem diferença significativa entre eles. Quando comparada a ocorrência dos ácaros conforme seus hábitos alimentares, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os predadores e para os generalistas em função do sistema de produção (Tabela 6). A maior abundância de ácaros predadores e generalistas foi observada no sistema NAT (Figura 1).

Tabela 6 Média (\pm erro padrão) do número total de ácaros fitófagos, predadores e generalistas, por amostra em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON)

SISTEMAS	FITÓFAGOS	PREDADORES	GENERALISTAS
	(\pm EP) ¹	(\pm EP)	(\pm EP)
NAT	16,0 (\pm 5,18)	5,3 (\pm 1,38) a ²	26,8 (\pm 7,97) a ³
SAT	5,50 (\pm 4,00)	1,5 (\pm 0,80) ab	4,50 (\pm 1,87) ab
ORG	4,83 (\pm 2,08)	1,8 (\pm 0,98) ab	0,00 (\pm 0,00) b
COM	6,16 (\pm 1,27)	1,3 (\pm 0,49) b	0,83 (\pm 0,54) b

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e Maio de 2010.

¹ Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). ^{2 e 3} As médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelos testes de Tukey e Kruskal-Wallis, a 5% de significância, respectivamente.

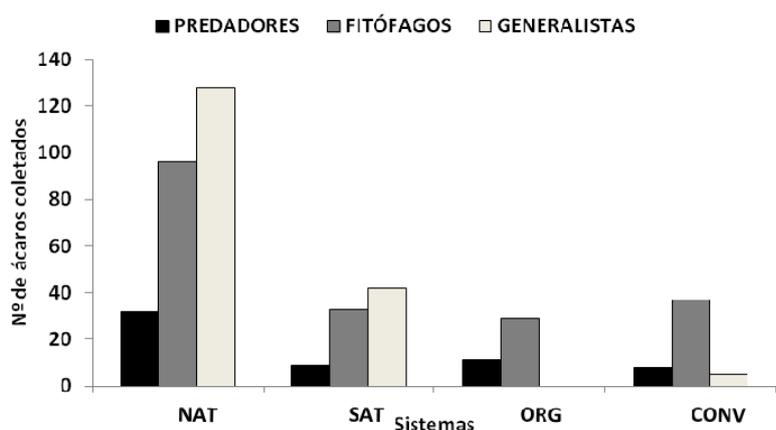


Figura 1 Número de ácaros predadores, fitófagos e generalistas em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistemas agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CONV)

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

Por meio das curvas de espécies únicas e duplicadas (curvas de rarefação) (Figura 2), verifica-se a possibilidade de existirem mais espécies de ácaros, além das amostradas, nos diferentes sistemas de produção do cafeeiro. O estimador ACE estima que o total de espécies possa chegar a 38, valor relativamente próximo as 30 que foram representadas nas amostragens efetuadas. A aproximação dessas duas curvas no final do período de estudo significa que poucas espécies não foram registradas.

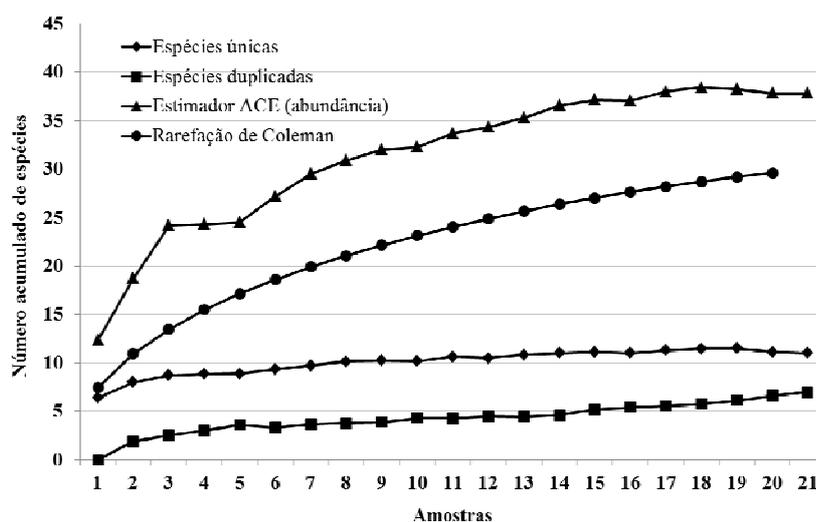


Figura 2 Curvas de rarefação e estimadores de riqueza para as espécies de ácaros coletadas em cafeeiro (*Coffea arabica*) em quatro sistemas de manejo, agroflorestal natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), Orgânico (ORG) e convencional (CON)

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

3.2 Análises de Cluster

Por meio da análise de cluster, verificou-se um índice de similaridade de 76,44% para o par CON/ORG, que foram os sistemas mais semelhantes. A menor similaridade (35,18%) foi encontrada entre o sistema NAT e os demais. (Figura 3).

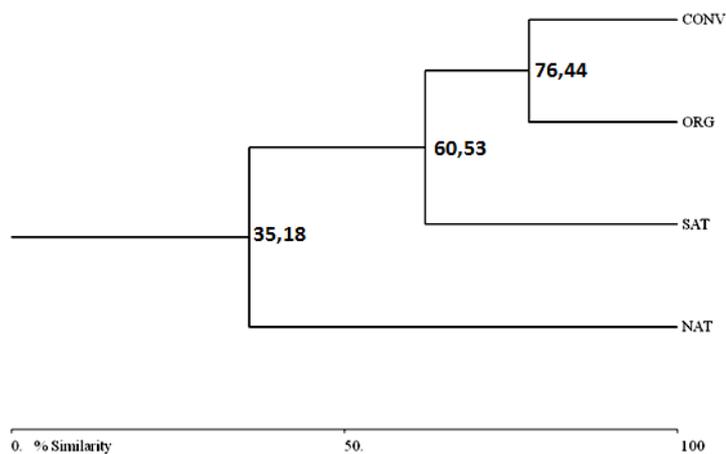


Figura 3 Diagrama da análise de Cluster com as similaridades entre os sistemas de produção de café (*Coffea arabica*) natural (NAT), sem agrotóxico (SAT), orgânico (ORG) e convencional (CON), para a abundância de espécies de ácaros em cafezais

Nota: Poço Fundo e Machado, MG. Abril e maio de 2010.

4 DISCUSSÃO

De forma geral, existe uma grande diversidade e abundância de ácaros nos cafeeiros cultivados na região estudada, resultados que se assemelham a outros, tanto com relação à abundância e diversidade quanto aos nichos alimentares ocupados pelos mesmos. Independentemente do sistema de produção, também foi encontrada maior abundância de ácaros fitófagos em relação aos generalistas e predadores, à semelhança de resultados obtidos em outros trabalhos (PALLINI FILHO, 1991; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005).

Em relação aos ácaros fitófagos, *B. phoenicis* foi a espécie mais abundante nos cafeeiros cultivados sob os diferentes sistemas de manejo, assim como em resultados de outros estudos realizados em Jeriquara e Garça/SP (MINEIRO, 2006), Lavras e Machado/MG (PALLINI FILHO, 1991) e em Patrocínio/MG (SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005), que também evidenciaram a predominância dessa espécie em lavouras de café. Reis et al. (2000) constataram que na região Sul de Minas, esse ácaro ocorre durante todo o ano, porém, a maior população foi encontrada no período mais seco e com temperaturas mais amenas.

Não houve diferença significativa na diversidade e abundância de *B. phoenicis* e demais ácaros fitófagos entre os sistemas de cultivo, contudo, de uma maneira geral o sistema agroflorestal (NAT) proporcionou a maior diversidade e abundância dos mesmos (Tabelas 2 e 3). Estes resultados podem estar correlacionados com a maior diversidade de plantas associadas ao cafeeiro nesse sistema, o qual é composto por um grande número de espécies nativas e introduzidas, como árvores

frutíferas, além de uma maior diversidade de plantas espontâneas e maior proximidade a fragmentos de matas. Muitas destas espécies espontâneas podem ser potenciais reservatórios de ácaros. Pedro Neto (2009) já relatou que as plantas adventícias são hospedeiras de ácaros-praga do cafeeiro, entre elas *B. phoenicis*. Esse ácaro tem grande importância para a cafeicultura, pois é vetor do vírus da mancha-anular, doença que provoca a queda de folhas e compromete a qualidade da bebida do café (REIS; CHAGAS, 2001).

A outra espécie encontrada em todos os sistemas de cultivo foi o ácaro vermelho, *O. ilicis*, o qual, como *B. phoenicis*, também se constitui em uma praga potencial para o cafeeiro (REIS; SOUZA, 1986). A maior abundância de *O. ilicis* foi observada nos sistemas ORG e CON, diferindo das observações de Pedro Neto (2009) que verificou maior dominância, frequência, abundância e constância de *O. ilicis* e *B. phoenicis* em cafeeiro orgânico em relação ao convencional. A maior abundância de *O. ilicis* no sistema CON, constatada neste estudo, pode estar relacionada à ocorrência de ácaros predadores, cuja abundância foi menor, diferindo significativamente dos demais sistemas.

Dentre as famílias de ácaros predadores encontrados (Phytoseiidae, Tydeidae, Stigmaeidae e Cunaxidae), Phytoseiidae foi a mais abundante, sendo, no geral, *E. citrifolius* a espécie de maior abundância. Estes resultados se assemelham parcialmente àqueles obtidos por Reis et al. (2000), que constataram representantes de Phytoseiidae (sendo *E. alatus* a mais abundante), Stigmaeidae e Bdellidae presentes em cafeeiros. Segundo os autores as espécies de fitoseídeos podem variar em função da região cafeeira e da época do ano. Na cafeicultura do cerrado,

em Patrocínio, MG, Spongowski, Reis e Zacarias (2005) verificaram que Phytoseiidae, Stigmaeidae, Bdellidae e Ascidae foram as famílias mais encontradas. Mineiro et al. (2006) avaliando a diversidade de ácaros em cinco cultivares de cafeeiros em Garça, SP, constataram que os fitoseídeos em geral e as espécies *E. citrifolius* e *E. concordis* em particular foram dominantes em todas as cultivares. Mineiro et al. (2008), estudando a dinâmica populacional de *B. phoenicis*, também verificaram maior ocorrência desses táxons em cafeeiros no estado de São Paulo. Em lavoura de café orgânico no sul de Minas Gerais, Pedro Neto (2009) observou que *E. concordis* e *E. citrifolius* foram as espécies mais numerosas em relação às demais, sendo classificadas como dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes. Segundo o autor, as plantas adventícias são hospedeiras de ácaros predadores como os fitoseídeos *E. alatus*, *E. concordis* e *E. citrifolius*.

Em relação ao total de ácaros predadores foi constatada diferença significativa entre os sistemas de manejo estudados, verificando-se maior abundância no sistema NAT. Os sistemas SAT e ORG apresentaram médias inferiores ao sistema NAT, porém, superiores ao CON (Tabela 6). Embora não tenha ocorrido diferença significativa, em números gerais, maior riqueza e diversidade de espécies de ácaros predadores também foram observadas no sistema NAT (Tabela 2). Também neste sistema, Phytoseiidae e Stigmaeidae e *E. citrifolius* foram os táxons mais abundantes.

Apesar de *E. citrifolius* ser mais abundante entre os fitoseídeos, esta espécie só ocorreu nos sistemas NAT e SAT. Se considerarmos que esses sistemas são mais parecidos com os orgânicos do que com os

convencionais, os resultados obtidos neste trabalho se assemelham parcialmente aos de Pedro Neto (2009) que, estudando a ocorrência de ácaros em sistemas de café orgânico e convencional, constatou, de uma forma geral, maior número de predadores no orgânico. Em relação ao manejo, os sistemas ORG, SAT e NAT possuem em comum a não utilização de agrotóxicos no manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas. Portanto, estes resultados mostram que os produtos químicos recomendados e geralmente usados no cafeeiro podem estar interferindo na população de ácaros predadores, especialmente os fitoseídeos.

Picos populacionais de *E. citrifolius* foram observados no período de florescimento do cafeeiro e de várias espécies de plantas espontâneas, tais como *Amaranthus* sp., *Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Emilia sonchifolia* DC., *Sida* sp. e *Leonurus sibiricus* L., presentes sob o dossel e em torno das plantas de café (MINEIRO, 2006). A coincidência entre o pico de ocorrência de *E. citrifolius* e o período de floração de plantas espontâneas indica que o pólen pode ser uma importante fonte de alimento para este ácaro na plantação de café. Dessa forma, a maior abundância de *E. citrifolius* nos sistemas NAT e SAT pode estar associada à presença de presas (ácaros fitófagos) e, também, à maior diversidade vegetal encontrada nesses sistemas, a qual acarretaria um aumento na disponibilidade de alimentos alternativos, entre eles, o pólen.

O potencial de predação dos fitoseídeos sobre *B. phoenicis* foi demonstrado por Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), os quais relataram que essa família provavelmente também esteja associada ao ácaro vermelho, *O. illicis*. Franco et al. (2008), estudando a dinâmica populacional de *O. illicis* em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele,

encontraram cinco espécies de ácaros predadores, entre eles *E. citrifolius*. Esses resultados poderiam em parte explicar a baixa população deste ácaro fitófago nos sistemas NAT e SAT. Além disso, nos sistemas ORG e CON, onde se observou a maior abundância de *O. ilicis*, foi também verificada a menor abundância de fitoseídeos. A partir destes resultados pode-se considerar a importância potencial dos fitoseídeos na redução da população do ácaro vermelho.

O ácaro predador *Pronematus* sp. (Tydeidae) foi a espécie mais abundante do total de ácaros predadores coletados (26,66%) e a mais abundante no sistema ORG e menos abundante no NAT, porém, não foi observada diferença significativa entre os sistemas. Esta espécie também pode estar associada ao ácaro fitófago *O. ilicis*, presente em maior número no sistema ORG. Pedro Neto (2009) constatou que *Pronematus* sp. foi dominante, comum e frequente e acessória em cafeeiro orgânico, comparativamente ao sistema convencional, em lavouras no sul de Minas Gerais. Segundo Vis, Moraes e Bellini (2006), *Pronematus* sp. apresenta elevada taxa de oviposição e sobrevivência quando alimentados com *B. phoenicis* e pólen, no entanto, salientam que apesar da elevada capacidade de forrageamento, seu impacto como predador é diminuído devido a seu tamanho relativamente pequeno. A maior população desse predador no sistema ORG pode ter sido resultado da combinação destas condições, ou seja, alta densidade populacional de presas (*B. phoenicis* e *O. ilicis*) e pólen das plantas espontâneas presentes no sistema.

No entanto é importante considerar a possibilidade da existência de competição entre estas duas espécies, ou seja, *E. citrifolius* x *Pronematus*. Foi possível observar a partir destes resultados que houve

dominância de espécies nesses sistemas, ou seja, NAT e ORG. No sistema NAT prevaleceu a maior densidade de *E. citrifolius* enquanto que no sistema ORG a maior densidade foi de *Pronematus* sp., não ocorrendo *E. citrifolius*. Os resultados sugerem que ambas as espécies competem pelas mesmas presas, ou seja, *B. phoenicis* e *O. illicis*. Torna-se importante então, pesquisas mais aprofundada sobre esta interação tritrófica, ou seja, ácaros fitófagos x ácaros predadores e sistemas de produção.

Maior abundância e diversidade de ácaros generalistas foram registradas nos sistemas NAT e SAT, os quais diferiram significativamente dos sistemas ORG e CON (Tabela 6). Este grupo de ácaros, juntamente com os fitófagos, foram os mais abundantes quando considerados todos os ácaros coletados. *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae) se destacou entre as espécies generalistas (Tabela 5), com maior abundância nos sistemas NAT e SAT. Comparando a ocorrência de ácaros em sistemas orgânicos e convencional, Pedro Neto (2009) observou *Tarsonemus confusus* Ewing, 1939 (Acari: Tarsonemidae) em 76% das coletas e dessas, somente três apresentaram diferença significativa, com valores superiores para o café orgânico; *Fungitarsonemus* sp. também foi observado, porém, somente em cinco delas houve diferenças nas médias e todas superiores para o cultivo convencional. Essa diferença pode estar relacionada à época de coleta dos ácaros, pois, neste estudo as amostragens se concentraram nos meses de abril e maio, período de baixa precipitação pluvial. Segundo Teodoro, Klein e Tschardtke (2009), a comunidade de ácaros que habitam o

cafeeiro variou sazonalmente, com maior número e maior densidade de espécies na estação seca.

A riqueza de táxons constatada neste estudo foi de 448 espécimes de ácaros, distribuídos em 11 famílias e 24 espécies e seis morfoespécies. As curvas de rarefação indicaram a possibilidade de coleta e registro de novas espécies que poderiam ser encontradas na área experimental, considerando-se todos os sistemas. Embora não tenha sido encontrada diferença significativa para a riqueza e diversidade de ácaros entre os sistemas, a média geral destes índices foi superior no NAT e SAT. Quando considerada a abundância dos ácaros conforme seus nichos alimentares, o sistema NAT diferiu significativamente dos demais, evidenciando maior abundância de predadores e generalistas nesse sistema de cultivo. No Equador, Teodoro, Klein e Tschardtke (2009) avaliaram o efeito da intensificação do manejo em sistemas cafeeiros agroflorestais sobre a comunidade de ácaros em diferentes estações e concluíram que eles respondem às mudanças sazonais e também à intensificação do manejo dos sistemas. No período seco, a riqueza de espécies foi negativamente afetada pela intensificação do manejo, com maior número nos sistemas agroflorestais menos perturbados (abandonados) em comparação com o sistema simples. Quanto mais complexo o sistema agroflorestal maior sua potencialidade para a conservação da biodiversidade.

Práticas de manejo agroflorestal como podas e capinas podem determinar ou regular determinadas variáveis ambientais, como por exemplo, a temperatura e umidade relativa, as quais podem afetar a biodiversidade e densidade de artrópodes no campo (KLEIN et al., 2002;

PHILPOTT, 2005; TEODORO; KLEIN; TSCHARNTKE, 2008). Neste sentido, pode-se inferir que o sistema NAT, por apresentar menor interferência antrópica, fornece maiores condições para a preservação e manutenção do equilíbrio da acarofauna do cafeeiro.

Quanto à similaridade (análise de Cluster) entre os sistemas, o maior valor foi verificado para o par CON/ORG (Figura 3), considerados os mais similares quanto à ocorrência de ácaros. Cabe ressaltar que os menores valores de abundância, riqueza e diversidade foram encontrados nesses sistemas. A menor similaridade foi constatada entre os sistemas ORG/NAT, possivelmente em função da maior diferença na riqueza e abundância entre eles.

De uma forma geral, práticas culturais como adubação, manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas, não foram responsáveis, por si só, pela diferença na composição das comunidades dos ácaros nos sistemas estudados. A diferença do sistema NAT em relação aos demais, pode também estar relacionada a fatores como a diversificação de plantas e condições microclimáticas. A diversidade vegetal existente nas áreas estudadas (fragmentos de matas, arborização, plantas espontâneas) pode ter exercido um papel muito mais importante e preponderante na riqueza, na abundância, na diversidade e na estrutura destas comunidades. A maior riqueza de espécies vegetais associadas ao cafeeiro, além de menor interferência humana, foi verificada no sistema NAT, condições que garantem maior equilíbrio ao ambiente. Portanto, aspectos como este devem ser considerados em futuros programas de controle biológico, seja aplicado ou conservativo, de ácaros fitófagos.

5 CONCLUSÃO

As comunidades de ácaros fitófagos, predadores e generalistas são influenciadas pelos sistemas de manejo e produção do cafeeiro.

O sistema Agroflorestal Natural, por apresentar maior complexidade vegetal, menor interferência antrópica, menor intensificação no manejo e, conseqüentemente, maior abundância, diversidade riqueza de ácaros, possui também maior potencial para conservação desse grupo em cafeeiros no sul de Minas Gerais.

**SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF MITE
COMMUNITY IN DIFFERENT COFFEE CULTIVATING
SYSTEMS**

ABSTRACT

There are few studies on the evaluation of mitefauna in different coffee agro-ecosystems. This work aimed at evaluating phytophagous, predator and generalist mite community in coffee agro-ecosystems conducted in four different management systems: conventional in full sunlight (CON), organic (ORG), without pesticides (WPT) and natural agro-forest (NAT). We evaluated three properties of each system and, in each, we established ten sampling points, in which six internal leaves (one leaf/plant) of the last pair of branches of the inferior third of the plants were randomly removed. The mites were extracted by washing the leaves and mounted in microscopy laminas in Hoyer medium. Among the phytophagous mites, the *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) was the most abundant species, excelling in the NAT system. The predator mite *Pronematus* sp. was found in all the studied systems, with a larger abundance in the ORG system. Among the generalist mites, the *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae) was highlighted. However, a large abundance of this species was verified only in systems NAT and WPT. The largest taxon richness and mite diversity was observed in the NAT system, however, we did not find a significant difference between the studied systems. When compared to mite occurrence according to their feeding habits, we noted a significant difference for the predators and the generalists, which were more abundant in the NAT system. We conclude that the management systems interfere in the structure and composition of the mite communities and that the NAT system, presents larger potential for conservation of this group in coffee plantations in Southern Minas Gerais.

Keywords: *Coffea arabica*. Coffee production systems. Biodiversity. Acari. Conservative biological control.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Oxford, v. 1, p. 405-430, 1982.
- ARMBRECHT, I.; RIVERA, L.; PERFECTO, I. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter and assemblage of Colombian coffee plantations. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, n. 3, p. 897-907, 2005.
- 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. 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira café safra 2012, quarta estimativa, dezembro/2012. Brasília, 2012. 16 p.
- DE VIS, R. M. J.; MORAES, G. J. de; BELLINI, M. R. Initial screening of little know predatory mites in Brazil as potential pest control agents. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 115-125, June 2006.
- DIAS, N. S. et al. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.
- FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 189 p.

- FRANCO, R. A. et al. Dinâmica populacional de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 38-46, jan./jun. 2008.
- JONSEN, I. D.; FAHRIG, L. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 185-197, June 1997.
- KLEIN, A. M. et al. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 16, n. 4, p. 1003-1014, 2002.
- 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.
- MARCHETTI, M. M. **Ácaros do cafeeiro em Minas Gerais com chave de identificação**. 2008. 159 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- MCALLEECE, N.; LAMBSHEAD, P. J. D.; PATERSON, G. L. J. **Biodiversity professional**: beta version. London: The Natural History Museum; Scottish Association for Marine Science, 1997. 140 p.
- MINEIRO, J. L. C. **Ecologia do ácaro da mancha-anular (*Brevipalpus phoenicis*) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiros do Estado de São Paulo**. 2006. 179 p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MINEIRO, J. L. C. et al. Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) em cinco cultivares de duas espécies de cafeeiros (*Coffea* spp.) em Garça, Estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 333-341, jul./set. 2006.

_____. Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental Applied Acarology**, Amsterdam, v. 44, n. 4, p. 277-291, Apr. 2008.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 1, p. 11-21, 1999.

PALLINI FILHO, A. **Acarofauna e predação de ácaros fitófagos por ácaros predadores em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no sul de Minas Gerais**. 1991. 91 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

PEDRO NETO, M. **Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em cafeeiro orgânico e convencional**. 2009. 67 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PHILPOTT, S. M. Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 219-224, 2005.

PHILPOTT, S. M. et al. Biodiversity loss in Latin American coffee landscape: review of the evidence on ants, birds, and trees. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 22, n. 5, p. 1093-1105, 2008.

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.

REIS, P. R.; CHAGAS, S. J. R. Relação entre o ataque do ácaro-plano e da mancha-anular com Indicadores da qualidade do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 72-76, jan./fev. 2001.

- REIS, P. R. et al. Flutuação populacional do ácaro da mancha-anular do cafeeiro e seus inimigos naturais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 22., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA-Café, 2000. v. 2, p. 1210-1212.
- 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: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 323-378.
- REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Predatory activity of phytoseiid mites on the developmental stages off coffee ringspot mite (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 29, n. 3, p. 547-553, 2000.
- SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. de; OLIVEIRA, A. D. de. **ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2007. 1 CD-ROM.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication.** Urbana: University of Illinois, 1949. 144 p.
- SILVA, E. A. **Diversidade de ácaros predadores (Phytoseiidae) em fragmentos florestais e cafezais adjacentes.** 2007. 101 p. (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- SPONGOSKI, S.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 9-17, jan./fev. 2005.
- STATSOFT. **Statistic for Windows:** software-system for data-analyses. Version 7.0. Tulsa, 2004. Software.

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

_____. 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.

ARTIGO 4 Efeito da diversificação vegetal sobre a comunidade de ácaros em cafeeiro

Lêda G. Fernandes⁴
Luis Cláudio P. Silveira
Marçal Pedro Neto
Brígida Souza

Normalizado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003)

⁴ Email para correspondência: ledagf@yahoo.com.

RESUMO

A diversificação agroecológica tende a incrementar a biodiversidade funcional dos agroecossistemas. A comunidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas foi avaliada em cafeeiros diversificados por meio da consorciação com feijão guandu anão, crotalária, mucuna anã, braquiária e cravo-de-defunto associado a plantas espontâneas. O experimento foi realizado no IFSULDEMINAS – Câmpus Machado, constituído de seis tratamentos (5 consórcios + testemunha) distribuídos em quatro blocos, totalizando 24 parcelas. As amostragens dos ácaros foram realizadas mensalmente durante o período de desenvolvimento vegetativo das plantas consorciadas. Os ácaros foram extraídos por meio da lavagem das folhas e montados em lâminas de microscopia com o meio de Hoyer. Os dados referentes à artopodofauna foram submetidos a análises faunísticas e comparados estatisticamente pela análise de variância. Não foi constatada diferença significativa na riqueza, abundância e diversidade de ácaros generalistas, predadores e fitófagos nos diferentes tratamentos avaliados. Quando consideradas as datas de coleta houve diferença significativa na ocorrência de Acaridae, predadores e generalistas, cuja maior abundância foi registrada na coleta de janeiro (pleno florescimento das plantas consorciadas), e fitófagos, com a menor abundância confirmada na coleta de março. O consórcio do cafeeiro com Crotalária e Braquiária promoveu o incremento da população de ácaros predadores, plantas de Mucuna favoreceram os ácaros fitófagos e Cravo os generalistas. O período de pleno florescimento das plantas consorciadas coincidiu com a maior densidade de ácaros predadores e menor de fitófagos. Conclui-se, portanto que a diversificação vegetal por meio do plantio de leguminosas e/ou gramíneas é benéfica ao cafeeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Diversificação vegetal. Acari. Controle biológico conservativo.

1 INTRODUÇÃO

O modelo agrícola adotado atualmente, com extensas áreas de monocultura, tem causado grandes impactos sobre os recursos naturais (TILLMAN et al., 2002), entre eles a regulação de populações de artrópodos pragas. Aliado a este fato, o uso intensivo de insumos químicos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas tornou-se muito comum nas práticas agrícolas atuais. Tais práticas têm provocado problemas ecológicos como a contaminação da água, degradação dos habitats, perda da biodiversidade com conseqüente perda das funções ecológicas, dentre elas o controle biológico (KRUESS; TSCHARNTKE, 2000; MICHEREFF; BARROS 2001; TILLMAN et al., 2002). Vários trabalhos têm sugerido que as estratégias de diversificação agroecológica tendem a incrementar a biodiversidade funcional dos agroecossistemas, estimulando a presença de inimigos naturais e aumentando a supressão de pragas (ALTIERI; NICHOLS, 2007; LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; POVEDA; GÓMEZ; MARTÍNEZ, 2008), podendo constituir-se em uma alternativa às práticas convencionais (AMARAL et al., 2010; POVEDA; GÓMEZ; MARTÍNEZ, 2008).

O aumento da disponibilidade de microhabitats apropriados para inimigos naturais das pragas é um dos objetivos da diversificação de culturas (GURR; WRATTEN; LUNA, 2003), o qual promove o fornecimento de recursos alimentares, tais como presas alternativas, pólen e néctar, microclima favorável, locais para colonização, proteção e refúgio (MCMURTRY; CROFT, 1997), com o conseqüente incremento do controle biológico (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000).

Os ácaros têm sofrido o reflexo da simplificação do meio ambiente (SILVA; REIS; ZACARIAS, 2007). Entre os fitófagos, *Oligonychus illicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) podem causar danos em cafeeiros (REIS; SOUZA; VENZON, 2002). Contudo, muitas espécies de ácaros fitoseídeos são importantes agentes de controle de espécies fitófagas (MCMURTRY; CROFT, 1997). Moraes et al. (2004) relatam que, em diferentes países, mais de 30 espécies de fitoseídeos estão associados aos cafeeiros e no Brasil, 12 espécies são relatadas. Reis et al. (2000) citam seis espécies para o agroecossistema cafeeiro. Além dos fitoseídeos, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Stigmaeidae e Ascidae, entre outras, também incluem espécies predadoras associadas ao cafeeiro (MINEIRO et al., 2006; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005). O efeito da presença de culturas de cobertura, plantas herbáceas e plantas com flores (selvagens ou cultivadas) dentro ou fora das culturas, sobre a comunidade de ácaros, bem como as características de suas plantas hospedeiras como, por exemplo, a estrutura da superfície foliar, densidade de pelos, nervuras, tricomas e domáceas sobre a densidade de suas populações têm sido alvo de muitos estudos (FERREIRA et al., 2008; MATOS et al., 2004, 2011; RODA et al., 2001). Tais características são importantes na escolha das espécies vegetais para implementação da diversificação vegetal com o objetivo de incrementar a ação dos inimigos naturais (FIEDLER; LANDIS; WRATTEN, 2008).

A diversificação do cafeeiro, por meio da introdução de plantas, tem sido adotada pelos produtores com outros objetivos, como por

exemplo, o plantio de adubos verdes ou outras plantas de cobertura dos solos para o aumento da matéria orgânica, fixação de nitrogênio, cobertura e proteção do solo, ciclagem de nutrientes, manejo de plantas invasoras (AMARAL et al., 2010; RICCI et al., 2010). Contudo, a influência do aumento da diversidade vegetal sobre as populações das pragas e seus inimigos naturais no cafeeiro ainda é pouco estudada e o conhecimento destas comunidades é fundamental para o entendimento da interação entre as diferentes espécies presentes nestes agroecossistemas. Segundo Teodoro, Klein e Tschardtke (2009), as comunidades de ácaros são compostas por espécies de diferentes níveis tróficos, e o estudo da fauna destes organismos pode fornecer informações sobre como a modificação do habitat afeta a biodiversidade e a função dos ecossistemas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a comunidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas em agroecossistemas cafeeiros diversificados por meio da consorciação com diferentes espécies vegetais, as quais já são comumente utilizadas na adubação verde e/ou manejo do mato por cafeicultores ou ainda por apresentarem conhecidamente ação inseticida ou produzir grandes quantidades de pólen e néctar, necessários para atração dos inimigos naturais das pragas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em uma lavoura de café (*Coffea arabica* L.) convencional (cultivar Catucaí), com 2 anos de idade, no município de Machado, MG (899 metros de altitude, latitude de 21°40' S e longitude de 45°53' W), com espaçamento entre plantas de 0,70m e entre linhas de 3,7 m, no período de novembro/2009 a março de 2010.

A diversificação vegetal da lavoura de café foi promovida por meio da inclusão de cinco espécies, sendo: três espécies de leguminosas, o feijão guandu anão, *Cajanus cajan* (tratamento 1), a crotalária *Crotalaria spectabilis* (tratamento 2) e a mucuna anã, *Mucuna deeringiana* (tratamento 3); por uma espécie de gramínea forrageira, a braquiária, *Brachiaria ruziziensis* (tratamento 4) e, também, pela inclusão de uma planta ornamental, o cravo-de-defunto, *Tagetes erecta* Linn (Compositae), associado a plantas espontâneas (tratamento 5). A testemunha (tratamento 6) foi constituída por plantas de café sem consorciação, sob controle mecânico do mato durante todo o período de realização do ensaio.

As espécies de leguminosas utilizadas na diversificação foram definidas em função das mesmas já serem utilizadas como adubos verdes pelos cafeicultores da região. A *Brachiaria ruziziensis* também está sendo utilizada em consórcio com o café visando o manejo do mato. O cravo-de-defunto foi utilizado por ser conhecido pela sua atividade inseticida e por produzir grande quantidade de pólen e néctar.

O experimento foi constituído de seis tratamentos distribuídos em quatro blocos, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi constituída de 4

linhas de plantas de café com 28 plantas cada, totalizando uma área de 217,5 m². A localização das parcelas foi estabelecida por sorteio e permaneceram distanciadas por um metro entre si. Os blocos foram distanciados entre si por duas ruas livres de plantas consorciadas e de plantas espontâneas por meio de capina manual e roçada. Os tratamentos culturais normalmente efetuados no cafezal foram efetuados em todos os tratamentos com o objetivo de manter as condições normais de produção, como adubações com fertilizantes, controle do mato com capinas ou herbicidas, de acordo com as recomendações de manejo.

A semeadura das plantas consorciadas foi efetuada em novembro, início do período chuvoso, seguindo as recomendações técnicas de preparo do solo, semeadura, espaçamento e densidade de plantas por área, conforme orientações das empresas fornecedoras das sementes.

As amostragens dos ácaros foram realizadas mensalmente (dezembro/2009 a março/2010) durante o período de desenvolvimento vegetativo das plantas consorciadas. A amostragem consistiu da retirada, ao acaso, de dez folhas por parcela (1 folha/planta), nas duas linhas centrais de plantio do cafeeiro, do 3º ou 4º par, no terço superior das plantas, considerando dois metros de bordadura.

As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório, onde foram submetidas ao método de lavagem para a extração dos ácaros (SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005). Para tal, cada amostra recebeu de 1 a 2 litros de água e gotas de detergente para quebrar a serosidade das folhas, procedendo-se após a agitação por aproximadamente 15 segundos. O líquido foi coado em peneira granulométrica de 325 mesh, capaz de reter os ácaros fitófagos,

predadores e generalistas presentes nas amostras. O material retido foi conservado em álcool 70%.

A separação dos espécimes foi realizada sob estereomicroscópio e montados em lâminas de microscopia com meio de Hoyer (FLECHTMANN, 1985) para quantificação e identificação por meio de chaves dicotômicas.

Para análise dos parâmetros ecológicos da acarofauna foi utilizado o software Biodiversity Pro (MCALEECE; LAMBSHEAD; PATERSON, 1997), onde se determinou a riqueza de espécies (S), o índice de abundância, segundo Lamshead, Platt e Shaw (1983) e o índice de diversidade (H'), segundo Shannon e Weaver (1949). Estes índices foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias e posteriormente comparados pelo teste de Tukey com valores de probabilidade exatos, ou Kruskal-Wallis no caso de não homogeneidade, utilizando-se o software Statistica ® (STATSOFT, 2004).

3 RESULTADOS

Foram coletados, de dezembro/2009 a março/2010, 499 exemplares de ácaros pertencentes a 11 famílias e 25 morfoespécies, sendo 13 de ácaros predadores, 6 fitófagos e 6 generalistas. Os predadores representaram 18,23%, os fitófagos 18,03% e os generalistas 63,72% do total de ácaros coletados.

Os ácaros predadores foram representados por Phytoseidae (75,82%), Tydeidae (18,68%), Stigmaeidae (2,19%), Ascidae (2,19%) e Cunaxidae (1,09%). As espécies coletadas foram: Phytoseiidae - *Euseius concordis* (Chant, 1959); *Euseius alatus* DeLeon, 1966; *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972; *Amblyseius compositus* Denmark e Muma, 1973; *Phytoseius* grupo *horridus*; *Proprioseiops mexicanus* (Garman, 1958); *Typhlodromalus* sp.; Phytoseiidae sp1 e sp2; Tydeidae - *Pronematus* sp.; Stigmaeidae - *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckerman & Oliveira (2002); Ascidae - *Asca* sp2 e um espécime de Cunaxidae não identificado (Tabela 1).

A composição da acarofauna predadora nos diferentes tratamentos indicou maior abundância no cafeeiro consorciado com Crotalária (30,64%) e Braquiária (21,78%), e menor abundância na Testemunha (11,1%), no entanto, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos (Tabelas 1 e 2). Nos tratamentos cafeeiro/Cravo, cafeeiro/Guandu e cafeeiro/Mucuna a abundância foi de 19,1%, 12,5% e 12,15%, respectivamente. *Pronematus* sp. e *I. zuluagai* se destacaram entre os predadores, representando 18,68% e 14,28% do total de predadores coletados. *I. zuluagai* ocorreu com maior frequência e

abundância no cafeeiro consorciado com Braquiária (11,88%) e *Pronematus* sp. no cafeeiro/Crotalária (13,33%) (Tabela 1).

Com relação à comunidade de ácaros fitófagos, a abundância foi semelhante nos tratamentos estudados. No cafeeiro com Mucuna foi observado o maior valor (22,22%) em relação ao total de ácaros. A menor abundância foi verificada no cafeeiro com Guandu (13,34%). Nos demais tratamentos, cafeeiro/Brachiaria, cafeeiro/Cravo, cafeeiro/Crotalária e Testemunha, a abundância foi de 18,88%, 16,66%, 16,66% e 14,44%, respectivamente. Também não houve diferença significativa na abundância da comunidade de ácaros fitófagos entre os tratamentos (Tabela 2). Foram coletadas as seguintes espécies de ácaros fitófagos: Tarsonemidae: *Tarsonemus* sp.; *Tarsonemus confusus* Ewing, 1939; *Tarsonemus bilobatus* Suski, 1965; Tetranychidae: *Oligonychus Illicis* (McGregor, 1917); Tenuipalpidae: *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e um espécime de Eriophyidae não identificado.

Tarsonemus sp. se destacou entre as espécies de ácaros fitófagos, representando 41,12% do total coletado. A maior abundância dessa espécie foi observada no cafeeiro com Mucuna, onde representou 22,73% de todos os ácaros coletados, e no cafeeiro/Braquiária (8,91%). *Oligonychus illicis* foi observado em maior abundância no cafeeiro/Cravo, no qual representou 46,66% dos ácaros fitófagos coletados. *B. phoenicis* ocorreu de forma homogênea em todos os tratamentos (Tabela 1) e representou 16,66% do total de fitófagos coletados.

Os ácaros generalistas das famílias Tydeidae, Tarsonemidae, Oribatidae e Acaridae, foram os mais frequentes e abundantes em todos

os tratamentos, representando 63,73% de todos os ácaros coletados neste estudo. Foram coletadas as seguintes espécies: *Lorrya formosa* Cooreman, 1958, *Lorrya* sp. (Tydeidae); *Asca* sp. (Ascidae); *Daidalotarsonemus* sp.; *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae); *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) (Acaridae) e dois exemplares de Oribatida cujo gênero não foi identificado.

Tabela 1 Riqueza, abundância (total e em %), hábito alimentar e índice de diversidade (H') das espécies de ácaros coletados em cafeeiros (*Coffea arabica*) consorciados

Famílias/espécies	Braqui- ária		Cravo		Crota- lária		Guandu		Mucuna		Teste- munha		Tota l
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	N
Phytoseiidae (P)													
<i>Euseius concordis</i>	3	2,97	2	1,90	1	1,33	-	-	1	1,52	-	-	7
<i>Euseius alatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,78	2
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	12	11,88	-	-	1	1,33	-	-	-	-	-	-	13
<i>Amblyseius compositus</i>	-	-	2	1,90	4	5,33	-	-	-	-	-	-	6
<i>Phytoseius</i> grupo <i>horridus</i>	-	-	-	-	1	1,33	-	-	-	-	-	-	1
<i>Proprioseiops</i> <i>mexicanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,52	-	-	1
<i>Typhlodromalus</i> sp.	2	1,98	3	2,85	-	-	4	5,00	2	3,03	1	1,38	12
Phytoseiidae sp.1	4	3,96	7	6,66	5	6,66	1	1,25	1	1,52	3	4,16	21
Phytoseiidae sp.2	-	-	1	0,95	1	1,33	3	3,75	1	1,52	-	-	6
Total	21		15		13		8		6		6		69
Stigmaeidae (P)													
<i>Agistemus brasiliensis</i>	-	-	1	0,95	-	-	1	1,25	-	-	-	-	2
Total	-		1		-		1		-		-		2
Tydeidae													
<i>Lorrya formosa</i> (G)	-	-	1	0,95	-	-	1	1,25	-	-	1	1,38	3
<i>Lorrya</i> sp. (G)	13	12,87	10	9,52	8	10,66	6	7,50	5	7,58	5	6,94	47
<i>Pronematus</i> sp. (P)	-	-	3	2,85	10	13,33	1	1,25	1	1,52	2	2,78	17
Total	13		14		18		8		6		8		67
Ascidae - Asca sp. (P)													
<i>Asca</i> sp. (P)	-	-	1	0,95	-	-	-	-	1	1,52	-	-	2
Total	-		1		-		-		1		-		2

“Tabela 1, continuação”

Famílias/espécies	Braqui- ária		Cravo		Crota- lária		Guandu		Mucuna		Teste- munha		Total N
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Cunaxidae (P)	1	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	1												1
Tarsonemidae													
<i>Tarsonemus confusus</i> (F)	-	-	1	0,95	6	8,00	5	6,25	2	3,03	3	4,16	17
<i>Tarsonemus bilobatus</i> (F)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,52	-	-	1
<i>Tarsonemus</i> sp. (F)	9	8,91	3	2,85	6	8,00	3	3,75	15	22,7 3	1	1,38	37
<i>Daidalotarsonemus</i> sp. (G)	1	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Fungitarsonemus</i> sp. (G)	-	-	-	-	1	1,33	1	1,25	1	1,52	1	1,38	4
Total	10		4		13		9		19		5		60
Tetranychidae													
<i>Oligonychus illicis</i> (F)	3	2,97	7	6,66	1	1,33	-	-	1	1,52	5	6,94	17
Total	3		7		1		-		1		5		17
Tenuipalpidae													
<i>Brevipalpus phoenicis</i> (F)	3	2,97	4	3,80	2	2,66	3	3,75	1	1,52	2	2,78	15
Total	3		4		2		3		1		2		15
Eriophyidae (F)	2	1,98	-	-	-	-	1	1,25	-	-	-	-	3
Total	2		-		-		1		-		-		3
Acaridae -													
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (G)	46	45,5 4	59	56,1 9	27	36,0 0	50	62,5	32	48,4 8	44	61,1 1	258
Total	46		59		27		50		32		44		258
Oribatida (G)	2	1,98	-	-	1	1,33	-	-	-	-	2	2,78	5
Total	2		-		1		-		-		2		5

“Tabela 1, conclusão”

Famílias/espécies	Braqui- ária	Cravo	Crota- lária	Guandu	Mucuna	Teste- munha	Total N
Total geral	101	105	75	80	66	72	499
Nº total de táxons	13	15	15	13	15	13	25
Shannon H'¹	0,806	0,743	0,919	0,655	0,751	0,683	-

Nota: P = predador, G = generalista e F = fitófago. Dezembro/2009 a Março/2010. IFSULDEMINAS - Campus Machado, Machado, MG.

¹ Não significativo a 5% pelo teste de Tukey.

T. putrescentiae foi a espécie mais frequente e abundante entre todos os ácaros coletados (81,13% dos generalistas e 51,71% do total). Entre os tratamentos, a maior abundância desta espécie foi observada na Testemunha (61,11%) e a menor no cafeeiro com Crotalaria (36,00%), porém, sem diferença significativa entre eles. Entre os generalistas, *Lorrya* sp. foi a segunda espécie mais abundante (14,78%).

A riqueza de táxons também foi semelhante entre os tratamentos, sendo que no cafeeiro/Cravo, cafeeiro/Crotalaria e cafeeiro/Mucuna foram coletadas 15 morfoespécies e no cafeeiro/Braquiária, cafeeiro/Guandu e Testemunha foram coletados 13.

A maior abundância de ácaros foi observada no cafeeiro/Cravo (21,04%) e a menor no cafeeiro/Mucuna (13,22%), embora a maior diversidade H' tenha sido verificada no cafeeiro/Crotalaria (0,919) e as menores na testemunha e no cafeeiro/Guandu (Tabela1). Contudo, a diferença na diversidade de ácaros entre os tratamentos não foi significativa (Tabela1).

Tabela 2 Média (\pm erro padrão) do número de ácaros por amostra, por família e hábito alimentar, coletados em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistema convencional consorciado

Famílias/ Hábito alimentar ¹	Tratamentos					
	Brachia ria	Cravo	Crotalár ia	Guandu	Mucuna	Test.
Phytoseiidae	1,05 (0,38)	0,75 (0,33)	0,65 (0,20)	0,40 (0,33)	0,30 (0,05)	0,30 (0,12)
Tydeidae	0,65 (0,12)	0,70 (0,26)	0,90 (0,43)	0,40 (0,08)	0,30 (0,30)	0,40 (0,14)
Tarsonemidae	0,45 (0,05)	0,20 (0,08)	0,65 (0,09)	0,45 (0,20)	0,95 (0,41)	0,25 (0,09)
Tetranychidae	0,15 (0,09)	0,35 (0,35)	0,05 (0,05)	0,00 (0,00)	0,05 (0,05)	0,25 (0,25)
Tenuipalpidae	0,15 (0,09)	0,25 (0,12)	0,10 (0,05)	0,15 (0,15)	0,05 (0,05)	0,10 (0,05)
Acaridae	2,30 (0,40)	2,95 (1,09)	1,35 (0,17)	2,50 (1,13)	1,60 (0,64)	2,20 (0,64)
Predadores	1,10 (0,36)	1,00 (0,33)	1,15 (0,35)	0,50 (0,30)	0,40 (0,08)	0,40 (0,18)
Generalistas	3,10 (0,50)	3,50 (1,13)	1,85 (0,38)	2,90 (1,07)	1,90 (0,85)	2,65 (0,80)
Fitófagos	0,80 (0,14)	0,80 (0,42)	0,75 (0,17)	0,60 (0,21)	1,00 (0,37)	0,55 (0,37)

Nota: período de dezembro/2009 a março/2010. IFSULDEMINAS - Câmpus Machado, Machado, MG.

Na composição da acarofauna presente nos tratamentos, não foi constatada diferença significativa, o mesmo ocorrendo para os diferentes

hábitos alimentares dos ácaros (fitófagos, predadores e generalistas) (Tabela 2).

As coletas ou amostragens dos ácaros foram realizadas ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento das plantas utilizadas na diversificação, ou seja, do plantio até o final do florescimento. Quando levadas em consideração as datas de coletas, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a abundância de ácaros fitófagos, ácaros predadores, ácaros generalistas e de Acaridae. A maior abundância dos fitófagos nos cafeeiros foi registrada em dezembro, e a dos demais foi verificada na primeira coleta de janeiro (Janeiro 1), período que coincidiu com o pleno florescimento das plantas consorciadas (Tabela 3, Figura 1).

Tabela 3 Média (\pm erro padrão) do número de ácaros por datas de coleta amostrados em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistema convencional consorciado

Famílias/ Hábito alimentar	Datas de coleta				
	Dezembro	Janeiro 1	Janeiro 2	Fevereiro	Março
Phytoseiidae ¹	0,62 (0,25)	1,16 (0,43)	0,29 (0,19)	0,45 (0,13)	0,33 (0,15)
Tydeidae ¹	0,58 (0,16)	0,70 (0,27)	0,87 (0,23)	0,50 (0,18)	0,12 (0,08)
Tarsonemidae ¹	0,29 (0,11)	0,45 (0,13)	0,54 (0,26)	0,70 (0,26)	0,45 (0,11)
Tetranychidae ¹	0,62 (0,29)	0,04 (0,04)	0,00 (0,00)	0,04 (0,04)	0,00 (0,00)
Tenuipalpidae ¹	0,29 (0,10)	0,08 (0,05)	0,08 (0,05)	0,08 (0,05)	0,12 (0,12)
Acaridae ²	1,58 (0,40) b	4,58 (0,54) a	1,95 (0,46) b	1,37 (0,36) b	1,25 (0,19) b
Predador ³	0,04 (0,04) b	1,45 (0,48) a	0,45 (0,26) b	0,66 (0,13) b	0,45 (0,18) b
Generalista ²	2,29 (0,59) b	5,04 (0,41) a	2,70 (0,40) b	1,87 (0,39) b	1,33 (0,16) b
Fitófago ²	2,33 (0,69) a	0,62 (0,15) a	0,66 (0,29) a	0,75 (0,29) a	0,54 (0,16) b

Nota: Período de dezembro/2009 a março/2010. IFSULDEMINAS - Câmpus Machado, Machado, MG.

¹Diferenças não significativas na linha a 5% pelo teste de Tukey;

²Letras diferentes na linha representam diferenças significativas a 5% pelo teste de Tukey;

³Letras diferentes na linha representam diferenças significativas a 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

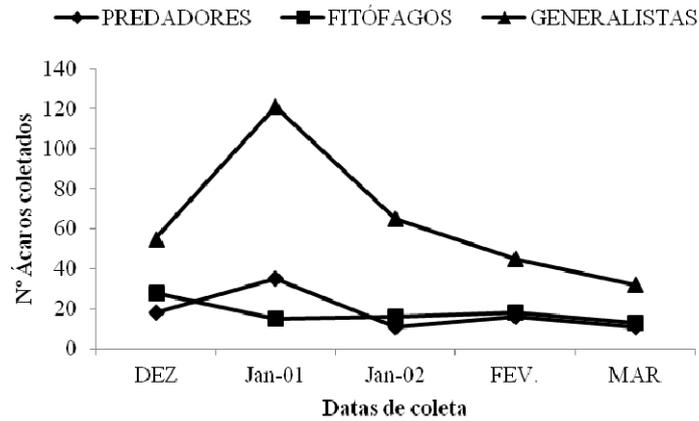


Figura 1 Número de ácaros predadores, fitófagos e generalistas coletados em cafeeiro (*Coffea arabica*) em sistema convencional consorciado, por data de coleta realizada no período de dezembro/2009 a março/2010

Nota: IFSULDEMINAS - Câmpus Machado, Machado, MG.

4 DISCUSSÃO

No cafeeiro consorciado como um todo se verificou uma grande riqueza e diversidade de ácaros fitófagos, predadores e generalistas, porém, constatou-se maior abundância dos generalistas (63,72% do total de ácaros coletados). Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Marchetti (2008) que também constatou uma grande diversidade de espécies de ácaros em cafeeiros, em Machado, MG, onde foram coletados 110 espécimes distribuídos em nove famílias, 13 gêneros e 16 espécies.

Os resultados obtidos neste trabalho diferem de muitos outros que inventariaram ácaros em cafeeiros, os quais mostraram uma predominância de ácaros fitófagos sobre os demais (PALLINI FILHO, 1991; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005). As características peculiares do agroecossistema estudado, proporcionadas pela diversificação vegetal, podem ter favorecido os ácaros generalistas, uma vez que muitos deles são fungívoros, detritívoros, saprófitas, além de outros com hábitos alimentares ainda pouco conhecidos.

A maior abundância de ácaros predadores foi registrada nos tratamentos cafeeiro/braquiária, cafeeiro/crotalária e cafeeiro/cravo, no entanto não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos, como também não foi para a família Phytoseiidae, a mais abundante (Tabelas 1 e 2). Resultado semelhante foi relatado por Mineiro et al. (2006) e Reis et al. (2000), quando avaliaram a flutuação populacional de *B. phoenicis* em cafeeiro e constataram maior abundância de Phytoseiidae. Os autores também registraram a maior abundância da

espécie *Euseius alatus*, representada por 58% do total de ácaros coletados.

Neste trabalho, os fitoseídeos *I. zuluagai* e *Typhlodromalus* sp. foram as espécies mais abundantes no cafeeiro consorciado, representando 18,84% e 17,39% de todos os predadores respectivamente. Estes resultados coincidem com os de Silva, Reis e Zacarias (2007) os quais avaliaram a diversidade de ácaros predadores em cafezais e fragmentos florestais adjacentes e concluíram que Phytoseiidae foi a mais abundante e *I. zuluagai* a espécie mais numerosa, reiterando o importante papel desta espécie como inimigo natural de ácaros fitófagos em cafezais.

Outros estudos confirmam a comum ocorrência de *I. zuluagai* em cafeeiros (FLECHTMANN, 1967; MINEIRO; SATO, 2008; MORAES et al., 2004; MORAES; MCMURTRY; DENMARK, 1986; PALLINI FILHO; MORAES; BUENO, 1992; REIS et al., 2000). Mineiro et al. (2009), avaliando a diversidade de ácaros em cafeeiros no Estado de São Paulo, concluíram que entre os fitoseídeos, as espécies mais comuns foram *E. citrifolius*, *E. concordis* e *I. zuluagai*, as quais foram encontradas na maioria dos locais estudados.

A capacidade de exploração de diversos recursos alimentares é observada nos fitoseídeos e esses predadores, segundo McMurtry e Croft (1997), são classificados em diferentes grupos de acordo com seus hábitos alimentares. As espécies *I. zuluagai* e *Typhlodromalus* sp., abundantes neste estudo, estão inseridas no grupo III, o qual é composto por ácaros generalistas que possuem em sua dieta uma grande variedade de alimentos, como por exemplo, ácaros de diversas famílias, insetos, pólen, substâncias açucaradas, néctar, entre outros. Esses recursos

alimentares citados estavam disponíveis na área experimental devido à utilização de plantas floríferas na diversificação.

O comportamento dos ácaros fitoseídeos generalistas pode ser fortemente influenciado pela anatomia da folha. Muitas espécies são encontradas na parte abaxial das folhas, ao longo da nervura central, entre os pelos das folhas ou em áreas protegidas. A presença de habitats protegidos pode ser mais importante do que a disponibilidade de alimentos em afetar a abundância de alguns fitoseídeos (MCMURTRY; CROFT, 1997; SABER; RASMY, 2010). Assim, características morfológicas foliares, tais como a presença de domácias e a densidade de pelos e tricomas, por exemplo, também podem afetar a população dos ácaros predadores e, conseqüentemente, o controle biológico (KREITER et al, 2002; ROMERO; BENSON, 2005; SABER; RASMY, 2010). Vários estudos têm mostrado o impacto de plantas herbáceas e plantas floríferas (selvagens ou cultivadas), dentro e fora das culturas, sobre as comunidades de ácaros fitoseídeos (KREITER et al., 2002; MAILLOUX et al., 2010; WEI; WALDE, 1977). Além da morfologia das folhas e presença de flores, o cultivo de plantas de cobertura constitui outro fator que pode colaborar para o aumento da densidade de fitoseídeos, por permitir a formação de um microclima com temperaturas mais baixas e maior umidade do solo fornecendo um habitat mais adequado a esses organismos (MAILLOUX et al., 2010).

A maior abundância de *I. zuluagai* em cafeeiro/brachiária (Tabela 1), pode estar associada às características de *B. ruzizensis*, espécie utilizada neste estudo. Essa espécie, conhecida como brachiária peluda, é uma gramínea perene, de crescimento em touceiras e com caules e folhas

densamente pilosas (PEREIRA, 2006; SEIFFERT, 1984). Segundo Duso, Malagnini e Paganelli (1997), os pelos nas folhas agem como uma armadilha para a captação do pólen, além de servir de refúgio para os ácaros fitoseídeos. Pedro Neto (2009) estudou o efeito do manejo de plantas adventícias na incidência de ácaros predadores e considerou a *Brachiaria decumbens*, uma planta reservatório de espécies de ácaros de importância para a cafeicultura, haja vista um grande número de ácaros fitófagos que exploram esta planta e que não tem importância para o cafeeiro, mas, podem se constituir em alimentos alternativos para os ácaros predadores.

Existe uma forte associação entre ácaros e domácias (MINEIRO et al., 2008) constatando-se uma correlação positiva entre a presença dessas estruturas e o incremento na população de ácaros, especialmente fitoseídeos. As domácias encontradas em cafeeiros são do tipo cavidades e são utilizadas por esses ácaros predadores como local de abrigo. *I. zuluagai*, por exemplo, é aí comumente encontrado e se beneficiam por usá-las, também, como locais de oviposição (MATOS et al., 2004). Contudo, embora a planta de café possua domácias, acredita-se que neste estudo esta característica, por si só, não tenha contribuído para o aumento da população de ácaros predadores em geral, uma vez que os mesmos foram coletados em todos os tratamentos. Portanto, outros fatores como a presença de pêlos na superfície das folhas e a disponibilidade de pólen e presas também devem ter contribuído de forma relevante para o aumento da população deste grupo de ácaros.

A abundância de *Typhlodromalus* sp. (Phytoseiidae) constatada neste trabalho divergem dos resultados da maioria dos levantamentos de

ácaros realizados em cafeeiros, onde normalmente não são relatados ou são encontrados em baixas populações (SILVA; REIS; ZACARIAS, 2007). *Typhlodromalus manihoti* (Moraes, 1994) é citada como um eficiente predador de, *Mononychellus tanajoi* (Bondar), porém, utilizam espécies dos gêneros *Oligonychus* e de *Tetranychus*, além de pólen de outras plantas, como fonte de alimento (INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE - IITA, 1997). Essas informações sugerem que *Typhlodromalus* sp. pode ter se beneficiado dos ácaros fitófagos presentes na área diversificada, além do pólen e néctar das flores das plantas utilizadas na diversificação.

Apesar de não ter havido diferença significativa na abundância de ácaros fitófagos entre os tratamentos (Tabela 2), é interessante salientar que no cafeeiro/Mucuna, onde foi verificado o maior valor de abundância de fitófagos, também foi observada a menor abundância de ácaros predadores, o mesmo ocorrendo no cafeeiro/Guandu e na Testemunha. No cafeeiro/Mucuna, entre os ácaros fitófagos, se destacou a família Tarsonemidae e o gênero *Tarsonemus* (41,12% dos fitófagos coletados). Os Tarsonemidae são de tamanho reduzido e podem ser encontrados na parte aérea da planta ou em outros hábitos. Seus hábitos alimentares são variados, podendo ser fitófagos, parasitos de artrópodos ou, ainda, se alimentar de fungos, algas, líquens e outros materiais orgânicos (LINDQUIST, 1986).

Estes resultados diferem de outros levantamentos de ácaros fitófagos em cafeeiros. Spongowski, Reis e Zacarias (2005) registraram maior ocorrência do ácaro tenuipalpeado *B. phoenicis* (65,8% do total de ácaros coletados), seguido pelo tarsonemídeo *T. confusus* (46,5%) em

cafeeiros no cerrado de Minas Gerais. Pedro Neto (2009) registrou *O. ilicis* (Tetranychidae) e *B. phoenecis* (Tenuipalpidae) como dominantes, muito frequentes, muito abundantes e constantes em cafeeiros orgânicos no sul de Minas Gerais. Mineiro et al. (2006) também registraram maior abundância de *B. phoenecis* em duas espécies e cinco cultivares de cafeeiro no estado de São Paulo.

A maior abundância de ácaros generalistas (63,73% do total de ácaros coletados) em relação aos fitófagos e predadores, verificada neste trabalho, diferem dos resultados obtidos em outros levantamentos de ácaros em cafeeiros. Tydeidae e Acaridae, com as espécies *Lorrya* sp. e *T. putrescentiae*, respectivamente, se destacaram. *T. putrescentiae* foi a espécie mais frequente e abundante em todos os tratamentos, no entanto, não foi verificada diferença significativa entre eles. A ocorrência dessa espécie tem sido comumente relatada em diferentes substratos, podendo ser encontrada em folhas de plantas e em produtos armazenados. No Brasil, sua ocorrência está associada a raízes e tubérculos de diferentes espécies vegetais, principalmente em solos com grande teor de matéria orgânica e alta retenção de umidade (FLECHTMANN, 1979). Segundo Marchetti (2008), ácaros da subordem Acaridida são abundantes em restos de folhas e em estratos superiores do solo rico em matéria orgânica, bem como em animais em decomposição. Gerson e Smiley (1990) citaram *T. putrescentiae* como predador de insetos e nematoides no solo e consideraram, também, a necessidade de se avaliar sua importância como inimigo natural. A diversificação vegetal ou consorciação do cafeeiro com outras culturas promove o acúmulo de matéria orgânica e o aumento da umidade no solo, condições que podem ter contribuído para o aumento

da população de *T. putrescentiae*. Além disso, a abundância de outras espécies de ácaros e insetos verificada nessas áreas, também pode justificar sua elevada abundância. No entanto, ressalta-se a necessidade de mais estudos para melhor compreensão da interação de ácaros generalistas, especificamente *T. putrescentiae*, com áreas diversificadas e ou consorciadas. Em levantamento de ácaros edáficos (subordens Actinedida e Acaridida) no campus da Universidade de São Paulo, Mineiro e Moraes (2002) também verificaram maior abundância da família Acaridae, destacando-se uma espécie do gênero *Tyrophagus*. Esse gênero também foi constatado por Mineiro et al. (2006) em um levantamento da diversidade de ácaros em *C. arabica*, cultivar Mundo Novo, nos municípios de Jeriquara e Garça, São Paulo.

A espécie *Lorrya* sp. (Tydeidae), segunda mais abundante entre os ácaros generalistas coletados, também teve sua ocorrência registrada em cafeeiros dos estados de São Paulo (MINEIRO et al., 2006) e Minas Gerais (MARCHETTI, 2008; SPONGOSKI; REIS; ZACARIAS, 2005). Segundo Flechtmann (2012), ácaros da família Tydeidae são importantes na manutenção de populações de ácaros predadores servindo-lhes de alimento alternativo quando o nível da presa preferida estiver baixo.

Uma avaliação da comunidade de ácaros em geral, em todos os tratamentos estudados, não mostrou diferença significativa na riqueza, abundância e diversidade de táxons, porém, os valores médios absolutos de ácaros variaram entre eles. As maiores médias obtidas para os ácaros da família Phytoseiidae e das espécies *I. zuluagai* (Phytoseiidae) e *Lorrya* sp. (Tydeidae) foram observadas no cafeeiro/Brachiaria, conforme já discutido. No cafeeiro/Cravo foram registradas as maiores médias dos

ácaros generalistas e daqueles das famílias Acaridae, Tetranychidae e Tenuipalpidae, bem como da espécie *T. putrescentiae* (Acaridae) (Tabela 2). É importante salientar que o cravo de defunto (*Tagetes erecta*) estava associado a plantas espontâneas, cujas espécies mais comuns foram: trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), brachiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), erva-de-são-joão, mentrasto (*Agerantum conyzoides* L.), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e picão preto (*Bidens pilosa* L.).

Mineiro (2006) observou picos populacionais de *Euseius citrifolius* no período de florescimento do cafeeiro e de várias espécies de plantas daninhas, tais como *Amaranthus* sp., *A. conyzoides*, *B. pilosa*, *Emilia sonchifolia* DC., *Sida* sp. e *Leonurus sibiricus* L., presentes sob o dossel e em torno das plantas do cafeeiro. Este fato indica que o pólen pode ser uma importante fonte de alimento para *E. citrifolius* na plantação de café.

Pedro Neto (2009) ressalta que plantas encontradas nas entrelinhas do cafeeiro podem atuar como reservatórios de ácaros predadores e fitófagos de importância para os cafezais e, também, serem hospedeiras de outras espécies não importantes para os cafezais, mas, que podem servir como alimento alternativo para os ácaros predadores. O autor cita ainda as plantas trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e o cipó-de-são-joão (*Pyrostegia venusta*) (Ker.) como potenciais hospedeiras de *B. phoenicis*. Ferla, Marchetti e Gonçalves (2007) levantaram as espécies de ácaros predadores associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e em plantas associadas, em cultivos no Rio Grande do Sul, e constataram que nas espécies associadas a maior diversidade ocorreu em

Richardia sp. (seis espécies), *A. conyzoides* (quatro espécies) e *Sonchus oleraceus* L., *B. pilosa* e *Rumex* sp. (três espécies). A importância de plantas de cobertura do solo na manutenção da população de fitoseídeos em pomares de citros na Flórida também foi considerada por Childers e Denmark (2011).

Portanto, o tratamento cafeeiro/Cravo, o qual estava associado a plantas espontâneas, pode ter favorecido a maior abundância de ácaros generalistas e os das famílias Tetranychidae e Tenuipalpidae, uma vez que muitas destas plantas são consideradas reservatórios naturais de ácaros. Contudo, este fato indica a necessidade de se conhecer melhor a interação destas plantas com os diferentes grupos de ácaros fitófagos, generalistas e predadores.

As maiores médias de ácaros predadores, de Tydeidae e de *Pronematus* foram verificadas para o cafeeiro/Crotalária, e de ácaros fitófagos e de Tarsonemidae, no cafeeiro/Mucuna. Avaliando a diversidade de ácaros em cultivo orgânico de citros, na vegetação circundante e em plantas de cobertura (feijão de porco, crotalária, feijão guandu e mentrasto), Albuquerque (2006) também não observou diferença significativa na densidade média de ácaros. Segundo o autor, crotalária e feijão guandu foram as coberturas que proporcionaram menor número de ácaros predadores e em nossos estudos, foram o cafeeiro/mucuna e a testemunha.

Conforme apresentado, a maior densidade de predadores foi verificada na primeira coleta de janeiro (Jan1) ($p < 0,05$), em pleno florescimento das plantas consorciadas (Tabela 3 e Figura 1). Tal sincronia pode ter sido a responsável, ou ao menos ter contribuído para o

aumento da população de ácaros predadores, já que muitos deles fazem uso do pólen e néctar na sua alimentação. Por consequência, o aumento da densidade populacional de predadores pode ter diminuído a densidade das populações de fitófagos, resultados também verificados (Tabela 3 e Figura 1).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a comunidade de ácaros em cafeeiro diversificado é diferente da observada em cafeeiros manejados em sistema convencional, sem consorciação ou plantio de culturas de cobertura ou, ainda, mantidas no limpo, sem manejo racional do mato. O aumento da matéria orgânica e da umidade no solo, associado ao aumento da disponibilidade de alimentos como presas alternativas e pólen, favoreceram algumas famílias e espécies, como por exemplo, os ácaros generalistas da família Acaridae (*Tyrophagus putrescentiae*) e Tydeidae (*Lorrya* sp.), bem como os ácaros predadores das famílias Phytoseiidae (*I. zuluagai*) e Tydeidae (*Pronematus* sp.).

Algumas associações benéficas foram constatadas entre as plantas utilizadas na diversificação, por exemplo, entre a Brachiária e o ácaro predador *I. zuluagai*, mas, de uma maneira geral, pode-se concluir que os parâmetros ecológicos como riqueza, abundância e diversidade foram semelhantes em todos os tratamentos estudados, porém, algumas interações na acarofauna do cafeeiro consorciado merecem ser mais bem conhecidas e compreendidas como, por exemplo, a abundância dos ácaros generalistas, em especial *T. putrescentiae* e *Lorrya* sp., em cafeeiro/Cravo. Estas informações poderão contribuir para o estabelecimento de um programa de manejo mais sustentável da cultura, priorizando a manutenção do equilíbrio destes artrópodes.

Outro fator que deve ser considerado é o curto período de avaliação, ou seja, somente os cinco meses que corresponderam ao ciclo das plantas consorciadas na área estudada. Sugere-se, a partir dos resultados obtidos, que as plantas utilizadas na diversificação, especialmente a Brachiária, Crotalaria e Cravo, sejam mantidas por um período mais longo, ou seja, que sejam replantadas após o encerramento do ciclo e avaliadas por um maior período para validação dos resultados.

5 CONCLUSÃO

As comunidades de ácaros fitófagos, predadores e generalistas, presentes em cafeeiros consorciados, foram influenciadas pela diversificação vegetal, a qual afetou positivamente os ácaros predadores especialmente no período de florescimento das plantas Crotalária, Brachiária e Cravo.

A utilização destas plantas em consórcio com o cafeeiro pode ser considerada uma estratégia importante no controle biológico conservativo por promover a abundância e sobrevivência destes inimigos naturais.

Estudos que considerem um maior período de avaliação são necessários para melhor compreensão das interações dos diferentes grupos de ácaros com as plantas utilizadas na diversificação em cafeeiros.

EFFECT OF PLANT DIVERSIFICATION OVER THE MITE COMMUNITY IN COFFEE PLANTS

ABSTRACT

The agro-ecological diversification tends to increase functional biodiversity of the agro-ecosystems. The phytophagous, predator and generalist mite community was evaluated in diversified coffee plants by means of consortium with dwarf guandu bean, crotalaria, dwarf mucuna, brachiaria and marigold associated to spontaneous plants. The experiment was performed at the IFSULDEMINAS – Machado campus, constituting of six treatments (5 consortiums + witness) distributed in four blocks, totalizing 24 plots. The mite samplings were performed monthly during the vegetative development period of the consortium plants. The mites were extracted by washing the leaves, and mounted on microscopy laminas with Hoyer medium. The data regarding arthropofauna were submitted to faunal analysis and statistically compared by variance analysis. We found no significant difference in richness, abundance and diversity of phytophagous, predator and generalist mite in the different treatments evaluated. When considering the date of the samplings there was significant difference in the occurrence of Acaridae, generalist and predators, which largest abundance was registered in the sampling done in January (full blooming of the consortium plants), and phytophagous, with a smaller abundance confirmed in the sampling done in March. The consortium of coffee with crotalaria and brachiaria promoted an increase in predator mite population. Mucuna plants favored phytophagous mite and marigold, the generalists. The period of full blooming of the consortium plants coincided with a larger density of predator mites and smaller density of phytophagous mite. We conclude, therefore, that plant diversification by means of planting leguminous plants and/or grass is beneficial to the coffee.

Keywords: *Coffea arabica*. Plant diversification. Acari. Conservative biological control.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. A. Diversidade de ácaros em cultivo orgânico de citros e na vegetação natural circundante e perspectivas para a criação massal de *Iphizeiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). 2006. 108 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Conversion agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, Móstoles, v. 16, n. 1, p. 3-12, 2007.
- AMARAL, D. S. et al. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- CHILDERS, C. C.; DENMARK, H. A. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) within citrus orchards in Florida: species distribution, relative and seasonal abundance within trees, associated vines and ground cover plants. *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v. 54, n. 4, p. 331-371, Aug. 2011.
- DUSO, C.; MALAGNINI, C.; PAGANELLI, A. Preliminary observations on the relationship between airborne pollen and the predatory mite *Kampimodromus aberrans* on *Vitis vinifera*. *Allionia*, Torino, v. 35, p. 229-239, 1997.
- FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, n. 2, p. 103-110, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn01807022007>>. Acesso em: 17 fev. 2012.

FERREIRA, J. A. M. et al. Domatia reduce larval cannibalism in predatory mites. *Ecological Entomology*, London, v. 33, n. 3, p. 374-379, June 2008.

FLECHTMANN, C. H. W. *Ácaros de importância agrícola*. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1979. 189 p.

_____. _____. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 189 p.

_____. *Ácaros do cafeeiro*. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v. 24, p. 91-95, 1967.

_____. *Estudo da diversidade de espécies de ácaros do Estado de São Paulo*. Disponível em:
<<http://www.biota.org.br/info/historico/workshop/revisoes/acaros.pdf>>.
Acesso em: 18 nov. 2012.

FIEDLER, A. K.; LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. *Biological Control*, San Diego, v. 45, n. 2, p. 254-271, May 2008.

GERSON, U.; SMILEY, R. L. *Acarine biocontrol agents: an illustrated key and manual*. London: Chapman and Hall, 1990. 174 p.

GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; LUNA, J. M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, Jena, v. 4, n. 2, p. 107-116, 2003.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. *Integrated management of cassava pests and diseases*. Benin: PHMD Annual Report, 1997. 97 p.

- KREITER, S. et al. Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 31, n. 4, p. 648-660, 2002.
- KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Species richness and parasitism in a fragmented landscape: experiments and field studies with insects on *Vicia sepium*. *Oecologia*, Berlin, v. 122, n. 1, p. 129-137, Jan. 2000.
- 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, p. 175-201, 2000.
- LINDQUIST, E. E. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with reclassification of family-group taxa in the Heterostigamata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, Ottawa, v. 136, p. 1-517, 1986.
- MAILLOUX, J. et al. Influence of ground cover management on diversity and density of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in Guadeloupean citrus orchards. *Experimental Applied Acarology*, Amsterdam, v. 52, n. 3, p. 275-290, Nov. 2010.
- MARCHETTI, M. M. Ácaros do cafeeiro em Minas Gerais com chave de identificação. 2008. 159 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- MATOS, C. H. C. et al. Caracterização morfológica e classificação da superfície foliar de pimentas quanto à presença de tricomas e domácias. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 2, p. 181-186, abr./jun. 2011.

_____. Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)? Neotropical Entomology, Itabuna, v. 33, n. 1, p. 57-63, 2004.

MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P. J. D.; PATERSON, G. L. J. Biodiversity professional: beta version. London: The Natural History Museum; Scottish Association for Marine Science, 1997. 140 p.

MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 42, p. 291-321, 1997.

MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife: UFRPE, 2001. 368 p.

MINEIRO, J. L. C. Ecologia do ácaro da mancha-anular (*Brevipalpus phoenicis*) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiros do Estado de São Paulo. 2006. 179 p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MINEIRO, J. L. C. et al. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea* spp.) no Estado de São Paulo, Brasil: parte I, Mesostigmata. Biota Neotropica, Campinas, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/pt/abstract?article+bn00709012009>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

_____. Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) em cinco cultivares de duas espécies de cafeeiros (*Coffea* spp.) em Garça, Estado de São Paulo. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 333-341, jul./set. 2006.

_____. Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Experimental Applied Acarology, Amsterdam, v. 44, n. 4, p. 277-291, Apr. 2008.

MINEIRO, J. L. C.; MORAES, G. J. de. Actinedida e Acaridida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 67-73, 2002.

MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E. Ácaros plantícolas e edáficos em agroecossistema cafeeiro. *Biológico*, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 25-28, 2008.

MORAES, G. J. de et al. A revised catalog of the family Phytoseiidae. *Zootaxa*, Auckland, v. 434, p. 1-494, 2004.

MORAES, G. J. de; MCMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A. A catalog of the mite family Phytoseiidae, references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 335 p.

PALLINI FILHO, A. Acarofauna e predação de ácaros fitófagos por ácaros predadores em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no sul de Minas Gerais. 1991. 91 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

PALLINI FILHO, A.; MORAES, G. J.; BUENO, V. H. P. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no Sul de Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 16, n. 13, p. 303-307, 1992.

PEDRO NETO, M. Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em cafeeiro orgânico e convencional. 2009. 67 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEREIRA, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Belo Horizonte: Deflor Engenharia, 2006. 88 p.

POVEDA, K.; GÓMEZ, M. I.; MARTÍNEZ, E. Diversification practices: their effect on pest regulation and production. *Revista Colombiana de Entomologia*, Bogotá, v. 34, n. 2, p. 131-144, 2008.

REIS, P. R. et al. Flutuação populacional do ácaro da mancha-anular do cafeeiro e seus inimigos naturais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Resumos Expandidos... Brasília: EMBRAPA-Café, 2000. p. 1210-1212.

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

RICCI, M. S. F. et al. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea em cultivo de café orgânico. Coffee Science, Lavras, v. 5, n. 1, p. 17-27, jan./abr. 2010.

RODA, A. et al. Leaf pubescence and two-spotted spider mite webbing influence phytoseiid behavior and population density. Oecologia, Berlin, v. 129, n. 4, p. 551-560, Dec. 2001.

ROMERO, G. Q.; BENSON, W. W. Biotic interactions of mites, plants and leaf domatia. Current Opinion in Plant Biology, Oxford, v. 8, n. 4, p. 436-440, Aug. 2005.

SABER, S. A.; RASMY, A. H. Influence of plant leaf surface on the development, reproduction and life table parameters of the predacious mite, *Agistemus exsertus* Gonzales (Acari: Stigmaeidae). Crop Protection, Oxford, v. 29, n. 8, p. 789-792, 2010.

SEIFFERT, N. F. Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1984. 74 p. (Circular Técnica, 1).

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

SILVA, E. A. da; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. Diversidade de ácaros predadores em cafezais e fragmentos florestais adjacentes. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 3 p. (Circular Técnica, 4).

SPONGOSKI, S.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 1, p. 9-17, jan./fev. 2005.

STATSOFT. Statistic for Windows: software-system for data-analyses. Version 7.0. Tulsa, 2004. Software.

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.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, London, v. 418, n. 8, p. 671-677, Aug. 2002.

WEI, Q.; WALDE, S. J. The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey, *Panonychus ulmi*: the effect of pollen. *Experimental & Applied Acarology*, Amsterdam, v. 21, n. 10, p. 677-684, Oct. 1997.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A produção agrícola e os serviços prestados pelos ecossistemas são essenciais para a existência humana e para a qualidade de vida. No entanto, muitas práticas agrícolas adotadas na agricultura moderna podem reduzir a capacidade dos ecossistemas de fornecer bens e serviços, além de mudar ou promover a redução da biodiversidade. Impactos negativos no meio ambiente são esperados, torna-se necessário então, a busca por métodos ou práticas agrícolas mais sustentáveis.

Para a cafeicultura, isto não é diferente. Em função das extensas áreas que ocupa e das atuais práticas agrícolas adotadas na grande maioria das propriedades, reflexos negativos já são observados, principalmente no que se refere à ocorrência de pragas e o seu manejo.

Contrapondo às atuais práticas de manejo de pragas adotadas na cafeicultura surge a proposta do controle biológico conservativo, o qual tem como objetivo criar condições ambientais adequadas para a manutenção e incremento das populações dos inimigos naturais destas pragas. Para implementar esta prática, no entanto, é necessário que se conheça a diversidade de pragas e inimigos naturais presentes nos diferentes agroecossistemas cafeeiros e como se estruturam nesses habitats. Os resultados encontrados mostraram que as comunidades de insetos e ácaros se estruturam de forma diferente nos diferentes agroecossistemas (alguns preservando mais a diversidade desses artrópodos), e revelaram também que a diversificação vegetal tem papel preponderante na manutenção e conservação desses organismos. Foi possível também identificar famílias e espécies de insetos e ácaros com potencialidade para utilização em programas de controle biológico conservativo e plantas com potencialidade para utilização na diversificação de culturas (cafeicultura).

A transferência destas informações e resultados aos cafeicultores torna-se o grande desafio. Espera-se que estes resultados possam contribuir para garantir a manutenção e conservação da biodiversidade regional e produção de café com sustentabilidade onde se preserva também a qualidade de vida dos cafeicultores, dos trabalhadores envolvidos na cadeia produtiva do café e dos consumidores desse produto.