



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
CONVÊNIO EMBRAPA - UFSCar

**CARACTERIZAÇÃO DA INCIDÊNCIA E EVOLUÇÃO DE PRAGAS E
DOENÇAS EM AGROECOSSISTEMAS CAFEEIROS SOB DIFERENTES
MANEJOS**

PAULO ROGÉRIO LOPES

ARARAS/SP

2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
CONVÊNIO EMBRAPA - UFSCar

**CARACTERIZAÇÃO DA INCIDÊNCIA E EVOLUÇÃO DE PRAGAS E
DOENÇAS EM AGROECOSSISTEMAS CAFEEIROS SOB DIFERENTES
MANEJOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.
Orientador: Prof. Dr. José Maria Gusman Ferraz

ARARAS/SP

2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

L864ci

Lopes, Paulo Rogério.

Caracterização da incidência e evolução de pragas e doenças em agroecossistemas cafeeiros sob diferentes manejos / Paulo Rogério Lopes. -- São Carlos : UFSCar, 2009.

203 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Agroecologia. 2. Agroecossistemas. 3. Café - doenças e pragas. 4. Sistemas agroflorestais. 5. Manejo de ecossistemas. 6. Sustentabilidade. I. Título.

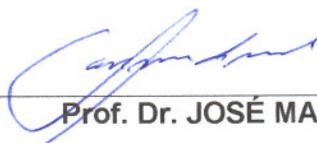
CDD: 630 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO DE

PAULO ROGÉRIO LOPES

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 27 DE AGOSTO DE 2009.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

ORIENTADOR

EMBRAPA MEIO AMBIENTE



Prof. Dr. MANOEL BALTASAR BAPTISTA DA COSTA

PPGADR/UFSCar



Prof. Dr. VANESSA CRISTINA DE ALMEIDA THEODORO

UNEMAT

Dedico este trabalho à minha esposa Keila, minha mãe, Fátima, minha irmã, Lara pela presença nos momentos mais difíceis, pelo carinho, compreensão e colaboração. E a todos os meus familiares e amigos que possibilitaram o convívio com o campo e a cafeicultura.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela iluminação, força e proteção em todos os momentos da pesquisa;

Ao meu Orientador, Professor Dr. José Maria Gusman Ferraz, pela orientação, empenho, colaboração e ensinamentos;

À Professora Dra. Vanessa Christina de Almeida Theodoro, pelas palavras encorajadoras, sugestões e correções realizadas;

Ao professor Dr. Paulo Roberto BesKow, Coordenador do Programa, a todos da Comissão de Pós-Graduação do PPGADR da UFSCar, pelo trabalho e compromisso com qualidade e excelência no ensino e pesquisa;

Ao Professor Dr. Manoel Baptista da Costa, pela atenção, cooperação, ensinamentos e amizade que se fizeram presentes ao longo dessa caminhada;

A todos os Professores do PPGADR (Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural), especialmente ao Professor Dr. Marcelo Nivert, Professor Dr. Luiz Antônio Correia Margarido, Professor Dr. Luiz Alexandre Nogueira de Sá, Professora Dra. Lucimar Santiago, Professora Dra. Janice Placeres Borges, Professor Dr. Paulo Botelho, Dra. Fátima Rodrigues Piña e Professor Dr. Pedro José Valarini, por terem contribuído de forma direta ao meu aprendizado e à minha formação profissional por meio dos ensinamentos repassados nas disciplinas lecionadas;

Ao Professor Dr. José Carlos Casagrande, ao Professor Dr. Norberto Antônio Lavorenti, ao Professor Dr. Luiz Norder e à Professora Dra. Anastácia Fontanétti, pela atenção, sugestões e colaborações;

Aos pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente, Miguel Ângelo da Silveira, Roberto Cesnik, Gilberto Nicollela pelas sugestões e colaborações;

À Professora Ms. Lêda Gonçalves Fernandes, pelas sugestões, ensinamentos e colaboração na organização do trabalho de campo da pesquisa;

À minha esposa, Keila Cássia Santos Araújo Lopes, que esteve presente em todos os momentos de dificuldades e superações, de tristeza e alegria, sempre com muita paciência e carinho;

A todos os Professores e estudantes do IFET – Campus Machado que contribuíram de forma direta ou indireta com o desenvolvimento dessa pesquisa;

Aos graduandos Maílson (Esacma), Marcos Paulo (Esacma), Eduardo (Esacma); Iara (UFRRJ) e Franciane (IFET- Campus Machado), pela colaboração nas atividades de campo da pesquisa;

Aos colegas de turma, pela amizade e aprendizados compartilhados;

À minha família, em especial à minha mãe, Fátima Aparecida Lopes, pelo apoio, incentivo na realização do mestrado e ensinamentos em agricultura;

À EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária em Minas Gerais) pelo fornecimento de dados meteorológicos do município de Machado-MG;

À Coopfam (Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço-Fundo), aos seus cooperados e colaboradores, pela colaboração na busca das áreas de estudo e fornecimento de dados;

À Embrapa Meio Ambiente pelo financiamento da pesquisa;

Ao agricultor Evandro José, à sua esposa Maria do Carmo e aos seus filhos, Alan e José, pela disponibilização das áreas de estudo, pelas experiências agroecológicas divididas, pelos ensinamentos em cafeicultura orgânica;

Aos agricultores Maurílio Scalco, Sebastião Scalco, pela disponibilização das áreas de estudo, colaboração, fornecimento de dados das áreas pesquisadas;

Ao agricultor Alex Nanetti e à sua esposa, Dulcimara Nanetti, pela disponibilização da área de estudo e ensinamentos em cafeicultura orgânica e permacultura.

SUMÁRIO

	Pág.
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Contextualização da agricultura convencional.....	13
2.2 Movimentos de agricultura alternativos ao modelo de produção convencional.....	16
2.2.1 Agricultura Biodinâmica.....	19
2.2.2 Agricultura Orgânica.....	20
2.2.3 Agricultura Natural.....	23
2.2.4 Agricultura Biológica.....	24
2.2.5 Agricultura Organo-Mineral.....	25
2.2.6 Permacultura.....	26
2.3 Agroecologia e sustentabilidade.....	28
2.4 Transição agroecológica.....	33
2.5 Origem do cafeeiro: exigências ecológicas e edafoclimáticas.....	38
2.6 Trajetória da cafeicultura: da Etiópia ao Brasil.....	40
2.7 Cafeicultura em Machado/MG e Poço Fundo/MG.....	48
2.8 Estado da arte em cafeicultura orgânica.....	56
2.9 Pragas e doenças.....	61

2.9.1 Pragas do cafeeiro.....	63
2.9.1.1 Bicho-mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i> – Guérin – Mèneville, 1842)	63
2.9.1.2 Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i> – Ferrari, 1867).....	67
2.9.2 Doenças do cafeeiro.....	72
2.9.2.1 Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk e Br).....	72
2.9.2.2 Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i> Berk e Cook).....	78
2.10 O solo no contexto da cafeicultura sustentável.....	81
2.11 Manejo ecológico das pragas e doenças do cafeeiro.....	85
2.12 Manejo das plantas espontâneas na cafeicultura sustentável.....	92
2.13 Arborização de lavouras cafeeiras e agrofloresta.....	93
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	99
3.1 Descrição da metodologia do trabalho.....	99
3.2 Caracterização da região de estudo.....	102
3.2.1 Município de Machado/MG.....	102
3.2.2 Município de Poço Fundo/MG.....	103
3.3 Delimitação e descrição das áreas de estudos.....	105
3.3.1 Agroecossistemas amostrados.....	108
3.3.1.1 Agroecossistema convencional – Poço Fundo/MG.....	110
3.3.1.2 Agroecossistema organo-mineral – Poço Fundo/MG.....	111
3.3.1.3 Agroecossistema orgânico – Poço Fundo/MG.....	112
3.3.1.4 Agroecossistema agroflorestal – Machado/MG.....	113
3.4 Descrição dos métodos de amostragem de pragas e doenças.....	115
3.5 Dados climatológicos.....	116
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	120
4.1 Aspectos sociais, econômicos e ambientais das unidades produtivas	

avaliadas.....	120
4.2 Pragas do cafeeiro.....	130
4.2.1 Bicho-mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i> – Guérin – Mèneville, 1842).....	130
4.2.2 Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i> – Ferrari, 1867).....	135
4.3 Doenças do cafeeiro.....	139
4.3.1 Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk e Br).....	139
4.3.2 Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i> Berk e Cook).....	143
4.4 Incidência de pragas e doenças do cafeeiro em relação às condições climáticas.....	148
4.4.1 Temperatura atmosférica.....	148
4.4.2 Evaporação total.....	152
4.4.3 Insolação total.....	153
4.4.4 Precipitação total.....	154
4.4.5 Umidade do ar.....	157
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	160
6 REFERÊNCIAS.....	163
7 ANEXOS.....	179
Anexo 1. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema convencional.....	179
Anexo 2. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema convencional.....	179
Anexo 3. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema orgânico.....	181
Anexo 4. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis	

analisadas no agroecossistema orgânico.....	182
Anexo 5. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema organo-mineral.....	184
Anexo 6. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema organo-mineral.....	185
Anexo 7. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema agroflorestal.....	187
Anexo 8. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema agroflorestal.....	187
Anexo 9. Tabela com análise de solo (0-20 e 20-40) dos agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal.....	189
8 APÊNDICES.....	191
Apêndice 1. Imagens.....	191
Apêndice 2. Questionário semi-estruturado aplicado aos cafeicultores.....	193

ÍNDICE DE TABELAS

		Pág.
Tabela 1.	Crescimento relativo das áreas ocupadas com cafezais no município de Machado – MG. Fonte: MOURA, 2007...	51
Tabela 2.	Histórico das áreas dos agroecossistemas estudados.....	108
Tabela 3.	Manejo efetuado nos agroecossistemas estudados - outubro/07 a novembro/08.....	109
Tabela 4.	Área, cultivar, plantio, números de plantas, produção e produtividade das áreas amostradas (agroecossistemas convencional, organomineral, orgânico e agroflorestal)....	110
Tabela 5.	Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da ferrugem.....	149
Tabela 6.	Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da cercosporiose.....	149
Tabela 7.	Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência do bicho-mineiro.....	151
Tabela 8.	Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da broca.....	152
Tabela 9.	Valores da correlação de Person entre a evaporação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.....	152
Tabela 10.	Valores da correlação de Person entre a insolação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.....	153
Tabela 11.	Valores da correlação de Person entre a precipitação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-	

	mineiro e broca.....	155
Tabela 12.	Valores da correlação de Person entre a umidade média e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.....	158

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Mapa das áreas ocupadas por cafezais no município de Machado/MG em 1966. Fonte: MOURA, 2007.....	51
Figura 2.	Mapa das áreas ocupadas por cafezais no município de Machado/MG em 1975. Fonte: MOURA, 2007.....	52
Figura 3.	Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado – MG em 1990. Fonte: MOURA, 2007.....	52
Figura 4.	Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado/MG em 2000. Fonte: MOURA, 2007.....	52
Figura 5.	Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado/MG em 2005. Fonte: MOURA, 2007.....	53
Figura 6.	Fotografia do ambiente agrícola do Município de Machado/MG.....	103
Figura 7.	Visualização geral do entorno do agroecossistema agroflorestal, Município de Machado/MG.....	103
Figura 8.	Visualização geral do entorno dos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico, Poço Fundo/MG.....	105
Figura 9.	Visualização geral dos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico, Poço Fundo/MG.....	107
Figura 10.	Visualização do agroecossistema Agroflorestal, no Bairro Caiana, Machado/MG.	107
Figura 11.	Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Convencional, Poço Fundo/MG.....	111
Figura 12.	Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Organo-Mineral (SAT), Poço Fundo/MG.....	112
Figura 13.	Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Orgânico, Poço Fundo/MG.....	113

Figura 14.	Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Agroflorestal, Machado/MG.....	114
Figura 15.	Monitoramento da broca-do-café utilizando amostragem não destrutiva. Foto da pesquisa, Machado/MG.....	116
Figura 16.	Precipitação mensal na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).....	117
Figura 17.	Temperatura média na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).....	118
Figura 18.	Umidade do ar na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).....	118
Figura 19.	Gráfico da insolação na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).....	119
Figura 20.	Incidência do bicho-mineiro, <i>Leucoptera coffeella</i> , em folhas de cafeeiro no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).....	134
Figura 21.	Incidência do bicho-mineiro, <i>Leucoptera coffeella</i> , em folhas de cafeeiro no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a nov/08).....	134
Figura 22 -	Incidência do bicho-mineiro, <i>Leucoptera coffeella</i> , em folhas de cafeeiro no agroecossistema orgânico (dez/07 a set/08).....	135
Figura 23 -	Incidência do bicho-mineiro, <i>Leucoptera coffeella</i> , em folhas de cafeeiro no agroecossistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).....	135
Figura 24 -	Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) no agroecossistema convencional (dez/07 a jun/08).....	137
Figura 25 -	Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a jun/08).....	138
Figura 26-	Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) no agroecossistema orgânico	

	(dez/07 a jun/08).....	138
Figura 27 -	Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) no agroecossistema agroflorestal (dez/07 a jun/08).....	139
Figura 28 –	Incidência de ferrugem do cafeeiro (<i>Hemileia vastatrix</i>) no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).....	142
Figura 29 –	Incidência de ferrugem do cafeeiro (<i>Hemileia vastatrix</i>) no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a nov/08).....	142
Figura 30.	Incidência de ferrugem do cafeeiro (<i>Hemileia vastatrix</i>) no agroecossistema orgânico (dez/07 a set/08).....	143
Figura 31.	Incidência de ferrugem do cafeeiro (<i>Hemileia vastatrix</i>) no agroecossistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).....	143
Figura 32.	Incidência de cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).....	146
Figura 33.	Incidência de cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a nov/08).....	147
Figura 34.	Incidência de cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema orgânico (dez/07 a set/08).....	147
Figura 35.	Incidência de cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).....	148
Figura 36.	Temperatura mensal (máxima, mínima e média) e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	150
Figura 37.	Temperatura mensal (máxima, mínima e média) e	

	incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	151
Figura 38.	Insolação mensal e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	154
Figura 39.	Insolação mensal e incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	154
Figura 40.	Precipitação mensal total e incidência da ferrugem do cafeeiro nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	156
Figura 41.	Precipitação mensal total e incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.....	157
Figura 42.	Umidade média do ar e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico localizados no sul de Minas Gerais.....	158
Figura 43.	Umidade relativa do ar e incidência do bicho-mineiro no agroecossistema organo-mineral (SAT) localizado no sul de Minas Gerais.....	159

CARACTERIZAÇÃO DA INCIDÊNCIA E EVOLUÇÃO DE PRAGAS E DOENÇAS EM AGROECOSSISTEMAS CAFEEIROS SOB DIFERENTES MANEJOS

Autor: PAULO ROGÉRIO LOPES

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

RESUMO

A presente pesquisa tem o objetivo de avaliar a incidência e evolução das principais pragas e doenças do cafeeiro em agroecossistemas sob manejo convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal nos municípios sul mineiros de Machado e Poço-Fundo. Foram realizados monitoramentos mensais do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) por um período de um ano (dez/2007 a nov/2008) em lavouras da variedade Mundo Novo sob diferentes manejos. O monitoramento do bicho-mineiro e das doenças do cafeeiro foi realizado através da coleta de dez folhas do terceiro ou quarto par em todos os lados do cafeeiro, sendo amostradas vinte plantas por agroecossistema, totalizando duzentas folhas coletadas para avaliação dessas moléstias em cada sistema. Para o monitoramento da broca-do-café selecionou-se 32 plantas, seis pontos diferentes em cada planta (10 frutos agrupados por ponto estabelecido) e realizou-se avaliação não-destrutiva. Em todos os agroecossistemas monitorados, ambos manejados pela agricultura familiar, a infestação da broca-do-café e do bicho-mineiro não atingiram nível de dano econômico em nenhuma avaliação. Com relação às doenças avaliadas, observou-se que tanto a ferrugem como a cercosporiose atingiram nível de dano econômico em todos os sistemas de manejo. No entanto, nos sistemas organo-mineral, orgânico (monocultivo) e agroflorestal (diversificado) a ocorrência da ferrugem foi crítica, atingindo índices elevados nos meses de abril a outubro de 2008, registrando-se valores acima de 60% de incidência em quatro meses de avaliação. A incidência da cercosporiose foi relativamente menor no sistema convencional e orgânico (monocultivo), cujos picos não ultrapassaram 41% e 55%, consecutivamente. Já no sistema organo-mineral e agroflorestal (orgânico) a ocorrência da cercosporiose atingiu níveis muito elevados, chegando a 76% e 67%, respectivamente, no mês de julho. Apesar dos elevados níveis de incidência da ferrugem e cercosporiose encontrados nos agroecossistemas cafeeiros organo-mineral e orgânico, a produtividade média alcançada por esses sistemas nos últimos três anos foi superior ao convencional, mesmo esse último sistema investindo pesado em agrotóxicos e fertilizantes químicos.

CHARACTERIZATION OF INCIDENCE AND DEVELOPMENT OF PESTS AND DISEASES IN COFFEE AGROECOSYSTEMS UNDER DIFFERENTS MANagements

Author: PAULO ROGÉRIO LOPES

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

ABSTRACT

This research aims to characterize the incidence and development of major pests and diseases of coffee in agroecosystems under conventional, organic-mineral, organic and agroforestry managements in two municipalities in the southern Minas Gerais State: Machado and Poço Fundo. It was carried out monthly monitoring of the leaf-miner (*Leucoptera coffeella*), borer coffee (*Hypothenemus hampei*), rust (*Hemileia vastatrix*) and brown eye spot (*Cercospora coffeicola*) for a period of one year (december/2007 the november/2008) in crops of Novo Mundo variety with spacing (3.0 to 3.5 m X 1.0 to 1.2 m). The monitoring of leaf-miner and diseases of the coffee was done through the collection of ten sheets of the third or fourth pair in all sides of the coffee, and twenty plants sampled by agroecosystem, totaling two hundred leaves collected for evaluation of pests and diseases in each system. To monitorate the borer coffee it was selected 32 plants, six different points on each plant (10 fruits grouped by set point) and there was non-destructive evaluation. In all agroecosystems monitored, both managed by the family farm, the infestation of the borer coffee and leaf-miner did not reach level of economic damage in any evaluation. With respect to diseases evaluated, it was observed that the rust and brown eye spot reached the level of economic damage in all management systems. However, the organic-mineral systems, organic (monoculture) and agroforestry (organic) the occurrence of rust was critical to reach high levels in the months april to october of 2008, and the values above 60% of incidence in four months of evaluation. The incidence of brown eye spot was relatively lower in the conventional and organic (monoculture), whose peaks did not exceed 41% and 55%, consecutively. Already in the organic-mineral and agroforestry (organic) the occurrence of *Cercospora* reached very high levels, reaching 76% and 67% respectively in July. Despite the high incidence of rust and brown eye spot found in coffee agroecosystems organic-mineral and organic, the average productivity achieved by these systems in the past three years was higher than the conventional, even the latter system investing heavy in pesticides and chemical fertilizers.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Brasil gerou um crescimento econômico de notória relevância ao longo de sua história e possibilitou ao país destacar-se como maior produtor de café do mundo. No entanto, verifica-se que muitos impactos sócio-ambientais foram desencadeados durante esse processo. Entre os principais impactos estão o alto índice de desmatamento da Mata Atlântica e do Cerrado para implantação dos monocultivos de café, a perda da biodiversidade faunística e florística, a contaminação e degradação dos recursos hídricos pelo constante uso dos agroquímicos e destruição das matas ciliares, intoxicações e mortes de trabalhadores ocasionadas pelos agrotóxicos. Além de causar o empobrecimento do solo e desequilíbrio ambiental acompanhado do surgimento de pragas e doenças que ocasionam severos danos às lavouras.

De uma forma geral o sistema convencional de manejo agrícola utilizado pela cafeicultura atual é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas, formado geralmente por plantas geneticamente similares ou idênticas, que têm sido selecionadas como propósito de aumento da produtividade, sendo altamente dependente de insumos externos da propriedade (pesticidas, fertilizantes solúveis, máquinas e combustíveis). Tal manejo proporciona um severo desequilíbrio ecológico e tende a alterar os processos de auto-regulação de pragas e doenças, diminuir o poder de recuperação dos agroecossistemas frente às adversidades climáticas e fitossanitárias, desregulando a estabilidade, flexibilidade, resiliência, equidade e auto-suficiência que os agroecossistemas diversificados possuem.

As atuais crises econômica e ecológica globais evidenciam e expõem a insustentabilidade do padrão produtivo da agricultura industrial, estampado na dependência dos países do primeiro mundo centrados na importação de *commodities* agrícolas produzidas no terceiro mundo, dentre elas, o café. Esse fato vem chamando a atenção para a convergência de três grandes dilemas descritos por Petersen & Almeida (2008) com os quais a humanidade se depara: o primeiro se refere ao aumento exponencial dos preços do petróleo e suas implicações diretas sobre os custos dos agroquímicos; o segundo está

ligado aos impactos ainda imprevisíveis das mudanças climáticas sobre a produção alimentar; o terceiro é a degradação e a perda em ritmos acelerados da agrobiodiversidade, dos solos e dos recursos hídricos em função do emprego de métodos predatórios de produção agrícola que vêm sendo favorecidos por atrantes políticas públicas e subsídios.

O modelo de cafeicultura adotado no Brasil, desde o início do século XIX, caracteriza-se pelo monocultivo a pleno sol, e, portanto, com baixo nível de diversidade biológica, desconsiderando a idéia de que o cafeeiro pode ser cultivado abaixo do dossel das florestas, a exemplo dos cafeeiros da Colômbia, Venezuela, Costa Rica, México, Nicarágua e Panamá (Beer, 1997; Escalante, 1997; Schibli, 2001 *apud* Aguiar-Menezes et al., 2007). Na cafeicultura orgânica, a diversificação do sistema pode ser obtida pela incorporação de árvores que proporcionam sombra, aporte de matéria orgânica, maior ciclagem de nutrientes e conservação do solo, hospedagem de maior diversidade de organismos; além de serem fontes de alimentos, lenha e madeira para as famílias rurais (Aguiar-Menezes et al., 2007).

Dessa forma, a pesquisa brasileira vem sendo impulsionada para a busca de soluções mais ecológicas e economicamente viáveis, principalmente para os pequenos e médios agricultores (RICCI & NEVES, 2006; RICCI & OLIVEIRA, 2007). Ademais, preocupações com a qualidade dos alimentos e as questões sócio-ambientais engajadas nos processos de produção agrícola são crescentes por parte dos consumidores. Face às crises sócio-ambientais geradas a partir do modelo de desenvolvimento rural e tecnológico, vinculado aos paradigmas da Revolução Verde, vemos cada vez mais necessário investigar formas alternativas de manejo dos recursos naturais e de organização social, capazes de responder positivamente aos desafios da produção agrícola sustentável, da preservação da biodiversidade sócio-cultural e da inclusão social (MOREIRA, 2003).

A problemática resultante do modelo agroquímico de produção, surgida no final do século XIX, motivou a criação de diversos movimentos contrários à devastação dos recursos naturais centrados na busca de modelos alternativos de produção agrícola sustentável, dentre eles a agricultura

biodinâmica, orgânica, biológica, natural, permacultura e mais recentemente a organo-mineral (produção sem utilização de agrotóxicos). Tais modelos alternativos de produção, apesar de possuírem práticas e princípios orientadores diferentes, buscam o ideal de sustentabilidade dos agroecossistemas.

E a Agroecologia, ciência emergente, embasada nas diversas áreas do conhecimento científico e do conhecimento tradicional, contendo princípios teóricos e metodológicos voltados ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, poderá contribuir para a conservação da agrobiodiversidade, dos recursos naturais e demais meios de vida, possibilitando a perpetuação da cafeicultura familiar, numa ótica que transcende a produção do café e abriga anseios maiores, como a reprodução social das famílias no meio rural, a qualidade de vida dos agricultores e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Tal ciência em construção baseia-se no diálogo entre saberes, na evolução dialógica do conhecimento científico e do saber popular, valorizando a cultura do homem do campo e seus conhecimentos empíricos.

Sabe-se que a ocorrência de pragas e doenças do cafeeiro é dada nos diferentes sistemas de manejo, sejam convencionais, organo-minerais, orgânicos ou agroflorestais. O sistema convencional de produção é aqui definido como aquele embasado no uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Já o sistema orgânico adota tecnologias que otimizam o uso dos recursos naturais e sócio-econômicos e a minimização da dependência de energias não renováveis, além da eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana (Theodoro, 2002; Theodoro, 2006). Já o sistema organo-mineral, também denominado SAT (sem agrotóxicos), refere-se a um manejo no qual o agricultor elimina da propriedade toda e qualquer forma de aplicação de agrotóxicos, mas continua utilizando, por um período determinado, fertilizantes sintetizados quimicamente (Caixeta & Pedini, 2002). E o agroflorestal é caracterizado pela alta diversidade biológica, sendo constituído por diversas culturas agrícolas (perenes e anuais) e árvores nativas.

Considerando a crise econômica e ecológica enfrentada pela cafeicultura intensiva em agroquímicos e a diversidade de modelos de base ecológica existentes, a presente pesquisa tem o objetivo de avaliar a incidência e evolução das principais pragas e doenças do cafeeiro em agroecossistemas sob manejo convencional, organo-mineral, orgânico (em ambientes simplificados) e orgânico em sistemas biodiversos (agrofloresta); pesquisando o manejo fitossanitário efetuado pelos agricultores familiares e a evolução das enfermidades e pragas do cafeeiro nos sistemas agrícolas analisados. Ademais, acredita-se que o estudo do desenvolvimento dessas pragas e doenças em agroecossistemas manejados com práticas e lógicas diferenciadas poderá contribuir no sucesso do manejo dessas moléstias, visando o desenvolvimento rural sustentável.

A hipótese do trabalho se fundamenta na ocorrência de variações da incidência de pragas e doenças do cafeeiro, as quais podem evoluir diferentemente nos diversos sistemas de manejo existentes, servindo como uma ferramenta auxiliar no manejo fitossanitário de base ecológica para a cafeicultura familiar. A avaliação da incidência e evolução das pragas e doenças do cafeeiro em diferentes agroecossistemas poderá ser de grande utilidade aos agricultores familiares que possuem sistemas produtivos agroecológicos e àqueles produtores convencionais que pretendem realizar a transição para sistemas mais sustentáveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contextualização da agricultura convencional

As descobertas científicas ocorridas ao longo da história não foram capazes de mudar o rumo da agricultura, que se manteve calcada na reciclagem natural de nutrientes durante séculos (BORGES, 2000). Entretanto, para o autor, com o desenvolvimento da química agrícola um novo tipo de agricultura passou a ser desenvolvido.

Através do desenvolvimento da ciência nas áreas de química, física e mecânica, surgiram novas tecnologias e o homem foi aperfeiçoando seus instrumentos de trabalho no meio rural (máquinas, implementos agrícolas) e insumos (agroquímicos, sementes melhoradas geneticamente e variedades mais produtivas) que viriam a ser utilizados na agricultura, principalmente após a segunda guerra mundial (GLIESSMAN, 2001). O desenvolvimento da monocultura demandava, tanto na Europa quanto na América, o desenvolvimento de novas condições materiais e tecnológicas, tais como a mecanização, as variedades melhoradas, e em especial, as adubações químicas (ROMEIRO, 1998).

Ao romper com os processos de resiliência, estabilidade e adaptabilidade dos agroecossistemas diversificados devido à simplificação do ambiente agrícola, as intervenções com agroquímicos tornaram-se um círculo vicioso, comprometendo ainda mais as relações ecológicas.

De acordo com Gliessman (2005), o sucesso e o impulso na crescente produção de alimentos dada no último século devem-se principalmente a avanços científicos e inovações tecnológicas. No entanto, diversos danos ambientais foram causados pela agricultura industrial e se expressam na diminuição da fertilidade dos solos, perda de matéria orgânica, lixiviação de nutrientes, degradação e aumento da erosão dos solos, contaminação e esgotamento de fontes hídricas, aumento de pragas e doenças, contaminação de ambientes agrícolas e ecossistemas naturais, danos à saúde de agricultores e assalariados agrícolas, destruição de insetos e microorganismos benéficos, diminuição drástica da biodiversidade regional e desequilíbrios no ciclo global

de nitrogênio com conseqüente agravamento dos problemas na camada de ozônio (GLIESSMAN, 2001).

A agricultura moderna transformou os campos em verdadeiras “máquinas” de produção, substituindo o processo de produção artesanal, à base da enxada, tração animal e, sobretudo, adubos naturais por tecnologias industrializadas, à base de fertilizantes químicos, tratores, variedades vegetais melhoradas e pesticidas químicos (BORGES, 2000).

As regras ecológicas básicas de gestão da natureza passaram a ser vistas como desnecessárias à prática agrícola, considerando-se que o caráter ambientalmente agressivo da então denominada agricultura moderna era considerado um mal necessário que poderia ser mitigado com algumas práticas conservacionistas (ROMEIRO, 1996). Dessa maneira, a utilização das tecnologias agrícolas desenvolvidas pelos países de clima temperado nas condições edafoclimáticas tropicais possibilitou o agravamento dos problemas ambientais.

E é justamente essa corrida desenfreada pela adoção de pacotes tecnológicos da agricultura moderna que provoca no Brasil os mesmos impactos deletérios e ameaças ambientais antes constatados na Europa, na América do Norte ou no Japão (VEIGA, 2003).

Os desequilíbrios no ecossistema agrícola provocados pela monocultura induziram os procedimentos técnicos que definem o chamado “pacote” tecnológico da agricultura moderna (BORGES FILHO, 2005). Segundo Romeiro (1998), na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade e quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes de energia para manter o equilíbrio.

A descoberta, nos anos cinqüenta e sessenta, da resistência dos insetos e a persistência de certos pesticidas no ambiente, além dos efeitos da poluição da água por nitrato, ainda não eram suficientes para mudar o curso das trajetórias tecnológicas existentes (BORGES FILHO, 2005). Pois, a modernização da agricultura seguiu os moldes capitalistas, favorecendo a conhecida “industrialização da agricultura”, tornando essa atividade sumariamente empresarial (TEIXEIRA, 2005).

Todavia, os problemas sócio-ambientais engendrados pela dita agricultura moderna favoreciam o mercado das indústrias agroquímicas e farmacêuticas, dentre outras. Para todos os problemas apresentados, fossem esses de repercussão sanitária nos cultivos, intoxicação ou aumento das doenças crônicas nos agricultores, seriam solucionados pela atuante e presente indústria. A maximização das funções ecológicas propiciadas pela natureza de maneira gratuita e a propagação dos conhecimentos tradicionais sobre etnobotânica e práticas agrícolas não iriam favorecer a comercialização dos agroquímicos e remédios.

Segundo Martine e Beskow (1987), no contexto do estilo de desenvolvimento que se implantou a partir 64, a agricultura passou a ter um papel importante, não somente na produção de matérias primas e alimentos, mas também como mercado para o parque industrial em termos de máquinas e posteriormente de outros insumos agrícolas. Os mesmos autores enfatizam que ganharam destaque aquelas culturas consideradas dinâmicas, ou seja, destinadas à exportação ou às agroindústrias, e capazes de gerar uma demanda por maquinaria e insumos agrícolas.

No entanto, as técnicas, inovações, práticas e políticas trouxeram, juntamente às altas produtividades obtidas, a degradação dos recursos naturais (solo, mananciais de água, diversidade genética, biodiversidade) e também criaram dependência de combustíveis fósseis não-renováveis (GLIESSMAN, 2005).

Com a devastação das matas, solos erodidos exigem mais fertilizantes, que nem sempre suprem completamente as necessidades nutricionais das plantas, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, levando os agricultores a aplicarem doses crescentes de venenos que também eliminam os inimigos naturais das pragas, facilitando a proliferação de insetos, ácaros, fungos e bactérias (VEIGA, 2003). E como esses agrotóxicos não conseguem eliminar toda a população de uma praga, os indivíduos sobreviventes se tornam cada vez mais resistentes, exigindo a aplicação de novas formulações de agrotóxicos.

Quando analisamos a modernização da agricultura é comum pensarmos apenas na modernização das técnicas e esquecemos de observar quais são as conseqüências da modernização nas relações sociais de produção e na qualidade de vida da população (SENE & MOREIRA, 1999). Rosset (1999) ressalta que no terceiro mundo, os efeitos da modernização têm sido catastróficos, dada a densidade populacional, desemprego crônico e descapitalização dos agricultores. Agricultores que antes produziam para o auto-consumo e vendiam seus excedentes à população urbana estão sendo expulsos da terra, ficando dependentes de alimentos, enquanto a maior parte da produção de grande escala é destinada à exportação. Para Borges Filho (2005), a prática da atividade agrícola pelo homem implica a simplificação do ecossistema original, favorecendo os fatores desestabilizadores e obrigando o agricultor a recorrer às técnicas intensivas em energia para manter as condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais. De acordo com o mesmo autor, por serem sistemas ecológicos muito simplificados, as monoculturas são bastante instáveis, favorecendo o estabelecimento, a multiplicação e a propagação de pragas, doenças e ervas invasoras. Dessa maneira, os agroecossistemas simplificados requerem aplicações freqüentes de agrotóxicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas e outros), acarretando outros problemas de caráter ambiental.

Entretanto, a partir de 1985, o agravamento dos impactos ambientais contribuiu para aumentar a demanda dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis e com menor dano ao meio ambiente. Esses fatores motivaram a existência de mais estudos nas linhas de pesquisas mais ecológicas, como o controle biológico e o manejo integrado de pragas (BORGES FILHO, 2005).

2.2 Movimentos de agricultura alternativos ao modelo de produção convencional

Desde muito tempo, os homens vêm buscando estabelecer estilos de agricultura menos agressivos ao meio ambiente, capazes de proteger os recursos naturais e que sejam duráveis no tempo (CAPORAL E COSTABEBER, 2004). Assim, como resposta ao modelo produtivista surgiram

por volta de 1920 alguns movimentos contrários à agricultura moderna. Tais movimentos evidenciavam a importância da complexidade nos agroecossistemas, o uso da matéria orgânica nos solos, práticas agrícolas que respeitassem e otimizassem os serviços ambientais fornecidos pela natureza, prezassem os anseios sociais e maximizassem os processos biológicos.

Os principais movimentos de agricultura alternativa que se destacaram neste período foram agrupados em quatro grandes vertentes: agricultura biodinâmica, orgânica, biológica e natural (EHLERS, 1994). De acordo com Borges Filho (2005), durante um longo período, esses movimentos rebeldes foram bastante ridicularizados e marginalizados, sendo considerados retrógrados em razão das grandes produtividades obtidas pela agricultura convencional.

Os movimentos de agricultura alternativa ao modelo de produção atualmente predominante são caracterizados pela utilização de tecnologias que respeitem a natureza (ASSIS, 2005), mantendo um equilíbrio dinâmico entre os seres vivos e o meio ambiente, imitando ao máximo os sistemas naturais.

De acordo com Assis (2005), na década de 1970, surge o termo agricultura alternativa, como identificador de uma proposta de certa forma “unificadora” das demais correntes de agricultura não industrial (orgânica, biodinâmica, biológica e natural). Segundo o autor, o termo agricultura ecológica surge ao final dos anos 1970, também como uma proposta “unificadora” das demais correntes de agricultura não-industrial, mas também, como uma reação à imprecisão do termo alternativo, na medida em que este significa apenas algo diferente, podendo até mesmo significar um manejo agrícola mais devastador do que aquele que inicialmente se pretendia contrapor.

Para Borges Filho (2005), as novas bases científicas e tecnológicas da pesquisa agrícola estão diretamente relacionadas ao conceito de agricultura sustentável. Nesse sentido, o quadro atual da pesquisa agrícola caminha em direção ao desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, como, por exemplo, o controle biológico, o monitoramento de pragas e doenças, o manejo adequado do solo, a avaliação do impacto ambiental, etc.

Os vários movimentos para produções alternativas de alimentos tinham princípios semelhantes e foram reconhecidos como agricultura orgânica. Nos anos noventa, com o evento da Eco-92, esse conceito ampliou-se e trouxe uma visão mais integrada e sustentável entre as áreas de produção e preservação, procurando resgatar o valor social da agricultura e passando a ser conhecida como Agroecologia (FEIDEN, 2005).

Todos os movimentos de agricultura alternativos à produção convencional e de base ecológica preocupam-se com métodos sustentáveis de relacionamento do homem com a natureza, no sentido de intervir o menos possível no meio ambiente, viabilizando ações que levem em consideração a conservação dos recursos naturais. Contudo, apesar das especificidades de cada uma delas, no Brasil e na maior parte do mundo, o termo agricultura orgânica tem sido identificado pelos consumidores como sinônimo das denominações das diferentes correntes de produção alternativa, pelo fato desse tipo de agricultura ter se tornado a corrente mais difundida (ASSIS et al., 1998; COSTA, 1987; JESUS, 1985,1996 *apud* ASSIS, 2005).

A base científica para esses estilos de agricultura com enfoque mais sustentável é dada pela Agroecologia. De acordo com Assis (2005), a Agroecologia surge como conseqüência de uma busca de suporte técnico para as diferentes correntes de agricultura alternativa e, como resposta aos críticos desses movimentos que citavam esses como uma tentativa retrógrada de volta ao passado na agricultura.

A Agroecologia é uma ciência que surgiu em 1970, ainda está em construção e possui práticas e princípios metodológicos capazes de possibilitar a efetivação de uma agricultura sustentável, respeitando as características ambientais, sociais e econômicas a nível local e regional. Além de fornecer bases teóricas orientadoras do desenvolvimento rural sustentável.

Por outro lado, a agricultura orgânica refere-se a um modo de produção agrícola, cujas características técnicas são definidas em função do contexto social em que a mesma se insere, considerando-se o tipo de agricultor envolvido, a forma de organização social da produção e sua interação com o mercado (ASSIS & ROMEIRO, 2002 *apud* ASSIS, 2005).

2.2.1 Agricultura Biodinâmica

Em 1960, Rachel Carson publicou o livro “Primavera Silenciosa” denunciando os efeitos catastróficos do uso de inseticidas químicos no meio ambiente. A partir daí, ocorreu o fortalecimento de idéias contrárias ao modelo convencional de agricultura a nível mundial. E os movimentos alternativos de agricultura já existentes naquela época se fortaleceram com as pesquisas divulgadas pela escritora.

A Alemanha, berço da química agrícola foi o berço da mais antiga reação, cristalizada em 1924, sob a denominação de Biologische Dynamische Landwirtschaft, mais tarde disseminada como biodinâmica (KHATOUNIAN, 2001). De acordo o autor, esse método preconizava a moderna abordagem sistêmica, entendendo a propriedade como um organismo e destacava a presença de bovinos como um dos elementos centrais para o equilíbrio do sistema.

Segundo Caixeta e Pedini (2002), Steiner salientou a importância da manutenção da qualidade dos solos para a sanidade das culturas vegetais e soluções práticas para seu tratamento, visando reestimular as “forças naturais” dos solos. Esses aditivos ficaram conhecidos como preparados biodinâmicos. Além dos preparados, os agricultores biodinâmicos regem suas atividades respeitando um calendário próprio e a integração das produções animal e vegetal.

De acordo com Borges (2000), a agricultura biodinâmica significa equilíbrio e harmonia entre 5 domínios: terras, plantas, animais, influências cósmicas e o homem. Para a agricultura biodinâmica os preparados biodinâmicos são muito importantes para o cultivo das plantas e significam mais vigor e crescimento para os vegetais. Segundo Rudolf Steiner esses preparados potencializam a produção vegetal. Possivelmente seus efeitos estão relacionados com a nutrição equilibrada, resistência química e física das plantas. Pois exercem influência direta nas plantas, nos solos e nos compostos orgânicos. Os preparados são feitos por meio de formulações específicas,

podendo ser à base de esterco bovino, sílica moída ou extratos vegetais. A aplicação dos mesmos poderá ser realizada diretamente nos solos, nos cultivos ou nos compostos orgânicos, no entanto, deve-se respeitar um calendário específico variando de acordo com as concentrações dos preparados

A escola biodinâmica foi a primeira a estabelecer um sistema de certificação para seus produtos (KHATOUNIAN, 2001). Os agricultores biodinâmicos valorizam e preconizam em suas lavouras a rotação de cultura, a adubação verde, a diversificação dos cultivos e nutrição baseada nos compostos orgânicos. E os preparados biodinâmicos desenvolvidos especificamente por essa corrente de agricultura colaboram positivamente em todas essas práticas agrícolas.

2.2.2 Agricultura Orgânica

Na Inglaterra surge a corrente denominada “Organic Agriculture”, que mais tarde se dissemina pelos Estados Unidos com o mesmo nome (KHATOUNIAN, 2001).

Nos primeiros anos do século XX, o inglês Albert Howard, trabalhando na Índia, observou que os agricultores não utilizavam fertilizantes químicos e nem agrotóxicos no cultivo e na criação animal (SANTOS & MENDONÇA, 2001). Também observou que os hindus utilizavam os subprodutos orgânicos de origem vegetal e animal para fazer composto. De acordo com Khatounian (2001), o fertilizante básico dos indianos era preparado misturando-se excrementos de animais com restos de culturas, cinzas e ervas espontâneas. O resultado dessas misturas era o “compost manure” (esterco composto), de onde se originou o termo “composto”, hoje de uso corrente (KHATOUNIAN, 2001). Esse tipo de composto, mais tarde denominado de composto orgânico, era quem proporcionava vigor nas plantas e as deixavam imunes às pragas e doenças.

Basicamente, a agricultura orgânica tem como sustentáculo a aplicação no solo de resíduos orgânicos vegetais e animais, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes (SANTOS & MENDONÇA, 2001).

Para Sir Albert Howard a fertilidade do solo era dependente da matéria orgânica que fornecia húmus ao sistema edáfico. E de acordo aos ensinamentos de Primavesi (1997, 2006, 2008), Chaboussou (1987) e diversos outros pesquisadores, a nutrição equilibrada das plantas representa a principal forma de garantir revitalização dos solos, boas produções e sanidade dos cultivos. Salientamos ainda a importância de um solo “saudável” e rico em nutrientes para o aumento da fertilidade dos agroecossistemas. É essencial o estabelecimento de um manejo calcado na diversificação e na recomposição e manutenção da fertilidade do sistema.

Com o desenvolvimento da química agrícola verifica-se recorrentemente o emprego da palavra fertilidade na área das ciências agrárias se referindo principalmente aos solos. Entretanto, para a agricultura orgânica esse termo tem significados mais amplo e representa a capacidade ou não de manutenção do agroecossistema. Dessa maneira, evidencia-se que a produção máxima de biomassa esperada pelos agricultores está baseada na boa fertilidade dos solos e vice-versa, pois há necessidade de entendermos que os subsistemas (solos, cultivos de plantas, recursos hídricos, criação de animais) presentes nos agroecossistemas são interdependentes. Porém, intervenções negativas em qualquer desses subsistemas ocasionam um efeito em todo o sistema. Assim, quando relatamos que a fertilidade do agroecossistema é alta estamos considerando a sua boa capacidade produtiva e certamente uma série de processos biológicos sinérgicos estão trabalhando de forma sincronizada.

A agricultura orgânica tem por princípio estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias de processos, ou seja, um conjunto de procedimentos que envolvam a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo um alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda as expectativas do consumidor (PENTEADO, 2000).

Considera-se sistema orgânico de produção todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivos a auto-sustentação no tempo e no espaço, a minimização da dependência de energias não renováveis e

a eliminação de emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana (THEODORO, 2002).

O conceito de sistemas orgânicos de produção agropecuária e industrial abrange os denominados ecológicos, biodinâmicos, natural, regenerativo, biológico e permacultura (THEODORO, 2002). No entanto, com relação ao manejo adotado nesses modelos de agricultura alternativa sabe-se que há muitas divergências, alguns sendo altamente dependentes de energia externa e arranjados em monocultivos e outros bem diversificados e conduzidos somente com os recursos encontrados nas unidades produtivas.

Com o desenvolvimento da agricultura orgânica em número e em qualidade, e também com o crescimento do mercado para seus produtos, os movimentos de produção sem agroquímicos sentiram a necessidade de criar uma organização em nível internacional, tanto para o intercâmbio de experiências como para estabelecer padrões mínimos de qualidade para os produtos de todos os movimentos. Decide-se pelo termo “agricultura orgânica” para designar o conjunto das propostas alternativas, fundando-se em 1972 a *International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM* (KHATOUNIAN, 2001).

A partir desse momento, as várias escolas surgidas no processo vão sendo coletivamente chamadas de agricultura orgânica, e sua definição fica claramente expressa em normas. A diferenciação entre as várias escolas tende a se diluir através do intercâmbio de experiências, envolvendo conceitos, práticas e produtos (KHATOUNIAN, 2001).

No final dos anos 1980, a agricultura orgânica não era mais um movimento rebelde. Por um lado, as premissas em que se baseava a contestação do método convencional haviam se mostrado verdadeiras. Os danos causados à saúde do homem e do ambiente eram evidentes para os pesquisadores. Não havia mais como escondê-lo ou negá-lo. Por outro lado, o crescimento do mercado orgânico e a necessidade de proteção do consumidor levaram muitos países a criar legislações específicas (KHATOUNIAN, 2001).

2.2.3 Agricultura Natural

No Japão das décadas de 1930 e 1940 desenvolveu-se um movimento de caráter filosófico-religioso, liderado por Mokiti Okada, e que resultou numa organização denominada como Igreja Messiânica. Esse método de agricultura natural foi influenciado pelo fitopatologista Masanobu Fukuoka, preconizando a menor alteração possível no funcionamento natural dos ecossistemas, alimentando-se diretamente do Zen-Budismo (KHATOUNIAN, 2001). De acordo com Borges (2000), esse cientista da área fitossanitária propôs o método “não fazer nada” e condenava a aração do solo, aplicação de inseticidas e adubos químicos.

A agricultura natural culminou com a publicação do livro “One Straw Revolution” (A Revolução de uma Palha), de Masanobu Fukuoka, em 1975. Seus métodos substituem toda e qualquer movimentação ou cultivo do solo por roçadas (corte da parte aérea) das vegetações, cobertura verde e morta, combinadas com semeaduras consorciadas de cereais e leguminosas ou misturas de hortaliças e ervas aromáticas no meio de pomares não podados (MARTINS, 2003).

A agricultura natural procura imitar os processos biológicos estabelecidos na natureza, evita as intervenções drásticas nos sistemas produtivos e prioriza a ciclagem energética. Suas práticas agrícolas principais concentram-se na rotação de culturas, cobertura vegetal e na fertilização baseada em compostos orgânicos cujas fontes sejam exclusivamente de origem vegetal. O esterco bovino e demais materiais de origem animal são considerados impuros, portanto deve-se abster deles nos sistemas agrícolas baseados na agricultura natural. Segundo Borges (2000), na agricultura natural o esterco, além de deixar os alimentos impuros, é visto como um contaminante dos recursos naturais. O controle de pragas e doenças é baseado somente no manejo conservativo e aumentativo da agrobiodiversidade e biodiversidade.

Segundo Khatounian (2001), mais recentemente, a agricultura natural tem se concentrado na utilização de microorganismos benéficos à produção vegetal e animal, conhecidos pela sigla de EM (microorganismos eficazes). O

EM é uma suspensão na qual coexistem mais de dez gêneros e oitenta espécies de microorganismos eficazes. Pode-se dizer que o EM é constituído basicamente por quatro grupos de microorganismos: leveduras, actinomicetos, bactérias produtoras de ácido láctico e bactérias fotossintéticas. Estes microorganismos aumentam a vida do solo e, conseqüentemente, auxiliam no aumento de fertilidade do sistema edáfico.

De acordo com Caixeta e Pedini (2002), na cafeicultura, já existem experiências expressivas que se consideram “naturais” e baseiam seus sistemas nos princípios do teste do “nada fazer”, preconizada por Fukuoka. Os produtores naturais de café não adotam nenhum tipo de adubação, via solo ou foliar, e não controlam pragas e doenças, apenas manejando as ervas espontâneas, quando necessário.

2.2.4 Agricultura Biológica

De acordo com Khatounian (2001), no início dos anos 1960, organizava-se na França o movimento de agricultura ecológica cujos fundamentos teóricos serão sistematizados por Claude Aubert no livro “L’Agriculture Biologique: pourquoi et comment la pratiquer”, publicado em 1974.

Segundo Caixeta e Pedini (2002), o suíço Hans Peter Müller e o médico alemão Hans Peter Rush ampliaram os conceitos de Howard no que concerne aos aspectos econômicos e sócio-políticos. Prevaleceu a preocupação das demais formas de agricultura que consistia, por um lado, no repúdio aos insumos químicos e por outro, na maximização dos processos naturais e no enriquecimento do solo através de várias fontes de matéria orgânica. Manteve-se de forma mais flexível o princípio da agricultura natural que visava a não utilização de esterco animal.

Essa corrente preocupava-se com a autonomia dos produtores e com os sistemas de comercialização direta dos produtos (CAIXETA & PEDINI, 2002). Levava-se em consideração o “tripé” da sustentabilidade, os aspectos ambientais, sociais e ecológicos da agricultura. Com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos agricultores e promover a manutenção dos

agroecossistemas, os idealizadores do movimento sugeriram a integração entre as unidades produtivas agrícolas e os sistemas urbanos, favorecendo a conexão entre eles e o maior aproveitamento de todos os subprodutos gerados tanto no meio rural como no urbano.

Diversos estudiosos contribuíram com o movimento de agricultura biológica, dentre eles Francis Chaboussou e Raul Lemaine. Pregavam uma relação respeitosa e um equilíbrio dinâmico com a natureza. Do ponto de vista de Chaboussou (1995), o ataque de pragas e doenças resulta de problemas de nutrição ou de intoxicação das plantas. Ou seja, uma planta bem alimentada e saudável, apresenta uma composição equilibrada, formando uma estrutura compacta que dificilmente será atacada por pragas e doenças. Isso implica na utilização de adubações orgânicas equilibradas e demais técnicas que pressupõem o manejo ecológico dos agroecossistemas.

2.2.5 Agricultura Organo-Mineral

De acordo com Caixeta e Pedini (2002), o sistema organo-mineral, também denominado SAT (sem agrotóxicos), é um sistema que tem crescido em volume de produção, principalmente de café. Trata-se de um manejo no qual o agricultor elimina da propriedade toda e qualquer forma de aplicação de agrotóxicos, mas continua utilizando, por um período determinado, fertilizantes sintetizados quimicamente.

Cabe aqui ressaltar que muitos agricultores não utilizam agrotóxicos pelos altos custos que esses produtos representam às unidades de produção familiar. É por isso que em muitas situações não há necessidade dos agricultores adaptarem-se a esse estilo ou modelo de agricultura, pois as inadequadas condições financeiras os obrigam a manterem-se neste sistema de produção. No entanto, muitos agricultores capitalizados optam por este sistema por outros motivos. Alguns são sensibilizados com a problemática ambiental causada pelo uso dos pesticidas, outros possuem receios com as possíveis intoxicações ou já foram intoxicados com esses produtos, muitos o vêem como um atrativo comercial na possibilidade de receberem mais por seus produtos ou encontram-se no

processo de conversão agroecológica e futuramente deixarão de usar qualquer tipo de insumo químico atendendo um dos pressupostos da cafeicultura orgânica.

Durante o processo de transição agroecológica é comum os cafeicultores convencionais romperem primeiro com o uso de agrotóxicos, mantendo a utilização de fertilizantes solúveis por um determinado tempo. E, gradualmente, vão substituindo os adubos químicos por adubos orgânicos até alcançarem o objetivo final de exclusão de qualquer insumo químico na propriedade rural. Enfim, a cafeicultura organo-mineral é uma alternativa aos agricultores que pretendem romper com o sistema convencional de manejo e condiz com uma etapa da transição agroecológica, quando exclui da unidade produtiva a utilização de agrotóxicos.

De acordo com Assis (2002), o mercado de café SAT representou para os cafeicultores pioneiros de Poço Fundo/MG uma importante redução dos custos de conversão para agricultura orgânica, na medida em que obtinham um ágio na comercialização desde o início do processo de conversão. Isto exclusivamente pelo fato de já terem eliminado o uso de agrotóxicos, compensando, mais rapidamente, perdas iniciais de produtividade, sem necessitar aguardar a certificação orgânica da produção por no mínimo dois anos.

2.2.6 Permacultura

Permacultura significa permanente agricultura. O movimento da Permacultura desenvolveu-se na Austrália a partir da idéia da criação de agroecossistemas sustentáveis através da simulação dos ecossistemas naturais, priorizando as culturais perenes como elementos centrais. O movimento também se ocupa com assuntos urbanos, tais como a construção de cidades ecologicamente adaptadas. A Permacultura tem como idealizador Bill Molisson e seus colaboradores (KHATOUNIAN, 2001).

Os sistemas agroflorestais surgem como possibilidade de melhorar as condições atuais da insustentável agricultura monocultora, podendo fornecer bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade. Eles constituem uma combinação integrada de árvores, arbustos, culturas agrícolas

e/ou animais, com enfoque no sistema como um todo, e não nos produtos a serem obtidos (VIANA, 1992 *apud* FRANCO, 2000), e se caracterizam pela existência de interações ecológicas e econômicas significativas entre os componentes (COPIJN, 1988; MONTAGNINI, 1992 *apud* FRANCO, 2000). Esses sistemas podem fornecer vários bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade, como: cercas-vivas para delimitação de propriedades; sombra para culturas e animais; e produção de adubos verdes, lenha, madeira, forragem, produtos medicinais, alimentos, entre outros.

Os sistemas agroflorestais têm sido recomendados como uma solução alternativa para recuperar áreas degradadas com potencial de gerar maiores produtividades agrícola, florestal e pecuária, e propiciar a redução de riscos para o agricultor (VILAS BOAS, 1991).

De acordo com Peneireiro et al. (2007), nas áreas tropicais, a agrofloresta, ou sistemas agroflorestais, pode ser uma opção interessante para a busca da sustentabilidade na agricultura, uma vez que apresenta elementos que propiciam aliar a produção à conservação dos recursos naturais. Para Torquebiau (1989), os sistemas agroflorestais preenchem muitos requisitos da sustentabilidade, por incluírem árvores no sistema de produção, por utilizarem os recursos locais e práticas de manejo que otimizem a produção diversificada aliada à conservação dos recursos naturais.

Para solidificar a contribuição dos sistemas agroflorestais para o desenvolvimento sustentável, torna-se essencial o entendimento de seus princípios fundamentais, através do conhecimento de suas potencialidades e limitações relacionadas a aspectos ecológicos, econômicos e sociais, que são a base do triângulo da sustentabilidade (MACEDO & CAMARGO, 1994).

Os sistemas agroflorestais (SAF's) conduzidos sob uma lógica agroecológica transcende qualquer modelo pronto e sugere sustentabilidade por partir de conceitos básicos fundamentais, aproveitando os conhecimentos locais e desenhando sistemas adaptados para o potencial natural do lugar (GÖTSCH, 1995).

2.3 Sustentabilidade e Agroecologia

De acordo com Besserman (2003), a expressão “desenvolvimento sustentável” foi consagrada em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (Comissão Brundtland) e visava atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

O que principalmente revela o uso da expressão “agricultura sustentável” é a crescente insatisfação com o *status quo* da agricultura moderna, indicando o desejo social de práticas que simultaneamente conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar (VEIGA, 2003).

Segundo Ehlers (1996), a noção de Agricultura Sustentável permanece cercada não apenas de imprecisões conceituais, mas também de dúvidas e contradições. O conceito de desenvolvimento sustentável possui várias definições, mas podemos destacar que ele reflete a idéia básica de que, para ser sustentável, deve ser economicamente eficiente, ecologicamente prudente e socialmente desejável (ASSIS, 2002).

Para Altieri (1983), sustentabilidade agrícola é a capacidade de um agroecossistema de manter a produção através do tempo na presença de repetidas restrições ecológicas e pressões sócio-econômicas.

A expressão agricultura sustentável se refere à busca de rendimentos duráveis, em longo prazo, através do uso de tecnologias de manejo ecologicamente adequadas, o que requer a otimização do sistema como um todo e não apenas o rendimento máximo de um produto específico (ALTIERI & NICHOLS, 2000).

Deixando de lado as nuances, pode-se dizer que todas as definições de agricultura sustentável transmitem a visão de um futuro padrão produtivo de alimentos, fibras e matérias primas energéticas que garanta a manutenção, no longo prazo, dos recursos naturais e da produtividade agropecuária; o mínimo de impactos adversos ao ambiente; retorno adequado aos produtores; otimização da produção com um mínimo de insumos externos; satisfação das

necessidades humanas de alimentos e renda; atendimento às demandas sociais das famílias e comunidades rurais (VEIGA, 2003).

A sustentabilidade contempla três dimensões: ecológica, econômica e social. A ecológica se refere à estabilidade dos recursos naturais e do ambiente em geral, implicando na manutenção das características fundamentais do ecossistema, quanto aos seus componentes e suas interações; a econômica sugere a viabilidade financeira, traduzida por uma rentabilidade estável no tempo; e a dimensão social diz respeito à equidade e valorização social, associada à idéia de que o manejo e a organização do sistema são compatíveis com os valores culturais e éticos dos grupos envolvidos e das sociedades, promovendo a continuidade ao longo do tempo, sendo isso tudo, atingido pela adequação de tecnologias às diferentes situações e com uso racional dos recursos locais (FERRAZ, 2003).

O termo sustentabilidade, no seu mais amplo sentido, é o termo de maior interesse para a agroecologia. Todos os esforços e pesquisas se voltam para transformar essa idéia numa proposta real. A agroecologia tem sua demarcação inicial na afirmação da necessidade de integrar a ecologia aos sistemas agropecuários, diferenciando-se, a princípio das práticas da agricultura convencional (EMBRAPA, 2006).

Ao recusar a racionalidade técnico-científica-instrumental, a agroecologia volta-se para o entendimento e a formulação de propostas para o enfrentamento dos problemas rurais, recorrendo a elementos teóricos e metodologias de outras áreas científicas, que possibilitem um entendimento mais amplo da questão sócio-ambiental, mediante a contextualização histórica dos objetos ou sujeitos do estudo num âmbito maior que o agroecossistema: a sociedade moderna (IAMAMOTO, 2005).

Para Hecht (2002), a Agroecologia é uma abordagem agrícola que incorpora cuidados relativos ao ambiente, assim como os problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção. O pensamento agroecológico recebeu influências das ciências agrícolas (através das interações ecologia/agronomia/sociologia), de diferentes abordagens metodológicas para as análises agroecológicas dentro

das ciências agrárias, do ambientalismo como contribuinte intelectual, da ecologia, dos sistemas indígenas e camponeses de produção, por meio de trabalhos antropológicos, de geógrafos e dos estudos de desenvolvimento rural através das análises dos impactos sociais da tecnologia, dos efeitos perniciosos da expansão do mercado de *commodities*, das implicações nas mudanças das relações sociais, das transformações nas estruturas de posse da terra e da crescente dificuldade de acesso a recursos comuns pelas populações locais.

Sua estratégia tem uma natureza sistêmica, ao considerar a propriedade, a organização comunitária e o restante dos marcos de relação das sociedades rurais articuladas em torno à dimensão local, onde se encontram os sistemas de conhecimentos portadores do potencial endógeno e sociocultural. Tal diversidade é o ponto de partida de suas agriculturas alternativas, a partir das quais se pretende o desenho participativo de métodos de desenvolvimento endógeno para estabelecer dinâmicas de transformação em direção a sociedades sustentáveis (CAPORAL & COSTABEBER, 2002). De acordo com Yamamoto (2005), a Agroecologia é indissociável do desenvolvimento rural voltado para a agricultura familiar, o que exige uma abordagem transdisciplinar, propiciando uma culta e fecunda interlocução entre as Ciências Naturais e as Ciências Humanas e Sociais.

Conforme CAPORAL e COSTABEBER (2004), a Agroecologia é um novo enfoque científico, capaz de dar suporte a transição a estilos de agriculturas sustentáveis. A agricultura de base ecológica pretende inserir conceitos ecológicos no manejo de agroecossistemas, consistindo-se de um processo contínuo de inovações que se alimenta de reflexões multidisciplinares e conhecimentos locais e científicos.

Com base em vários estudos e pesquisas nesta área, a Agroecologia tem sido reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, ou seja, um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias que nos permitem estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas (CAPORAL & COSTABEBER, 2002).

A Ciência Agroecologia resgata, sob novas bases tecnológicas e econômicas, a lógica da complexificação das sociedades camponesas tradicionais e seus conhecimentos desprezados pela agricultura moderna como forma de vencer o desafio de estabelecer uma agricultura sustentável (ASSIS, 2002).

Dessa forma, no momento atual, é importante ressaltar que a Agroecologia como um novo paradigma técnico-científico, ambiental e cultural está sendo construída de forma progressiva e desigual, com base em uma grande multiplicidade de práticas produtivas, de ecossistemas e de estratégias diversificadas de sobrevivência econômica. Essa imagem deve ser alterada e desviada para a busca do compromisso ético com a solução dos problemas ambientais e sociais. O aprendizado dessa nova maneira de pensar e fazer agricultura passa por experiências de êxito e fracasso, como todo projeto que é idealizado e realizado pela sociedade (GUZMÁN, 2005).

Segundo Borges Filho (2005), no setor não-governamental, o termo Agroecologia passou a ser empregado em alguns círculos, nos EUA e América Latina, para designar uma prática agrícola propriamente dita. No entanto, com base em diversas concepções conceituais, a Agroecologia é uma disciplina científica inacabada, ou seja, que se encontra em processo de construção, baseada principalmente na interdisciplinaridade das diversas áreas do conhecimento. Apesar de ser considerada uma ciência em construção, possui aportes teóricos e metodológicos capazes de orientar avaliações dos agroecossistemas e possibilitar o desenvolvimento agrícola sustentável. Dessa forma, não podemos concordar com a idéia errônea de que a Agroecologia é sinônimo de agricultura orgânica.

Assim, mais uma vez, se faz necessário ressaltar, através da definição de Assis (2002), que a Agroecologia é uma ciência desenvolvida a partir da década de 1970, como uma conseqüência de uma busca de suporte teórico para as diferentes correntes de agricultura alternativa que já vinham se desenvolvendo desde a década de 1920.

A Agroecologia oferece uma abordagem alternativa, que vai além do uso de insumos alternativos, buscando o desenvolvimento de agroecossistemas

integrados e com baixa dependência de insumos externos. A ênfase está no planejamento de sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e os sinergismos entre os componentes biológicos substituem os insumos promovendo os mecanismos de sustentação da fertilidade do solo, da produtividade e da proteção das culturas (ALTIERI, 1989).

Num sentido mais amplo, a Agroecologia se concretiza quando, simultaneamente, cumpre com os preceitos da sustentabilidade econômica (potencial de renda e trabalho, acesso ao mercado), ecológica (manutenção ou melhoria da qualidade dos recursos naturais e das relações ecológicas nos agroecossistemas), social (inclusão das populações mais pobres e segurança alimentar), cultural (respeito e valorização das culturas tradicionais), política (organização para a mudança e participação nas decisões) e ética (valores morais transcendentais).

A unidade básica para análise da sustentabilidade é o agroecossistema. De acordo com Toews (1992) *apud* Embrapa (2006), agroecossistemas podem ser definidos como entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo as plantas e animais domesticados, elementos bióticos e abióticos do solo, rede de drenagem e de áreas que suportam vegetação natural e vida silvestre.

Para se avaliar a sustentabilidade de um agroecossistema, que é a unidade básica para análise, devem-se considerar suas características hierárquicas e a complementaridade com o ambiente externo, tornando possível a identificação dos processos-chaves e dos organismos envolvidos que governam as quatro propriedades ou comportamentos dos agroecossistemas sustentáveis, ou seja, a produtividade, a estabilidade, a elasticidade ou resiliência e a equidade (FERRAZ, 2003).

Um ponto-chave no desenho de agroecossistemas sustentáveis é a compreensão de que existem duas funções no ecossistema que devem estar presentes na agricultura: a biodiversidade dos microrganismos, plantas e animais e a ciclagem biológica de nutrientes da matéria-orgânica (ALTIERI, 2002).

Por constituir objetivo de desenvolvimento, o conceito de agricultura sustentável supõe, então, um engajamento por parte dos agricultores. Assim, de acordo com Billaud e Abreu (1999), a compreensão da relação entre os produtores agrícolas e a natureza, as técnicas e, de modo global, o risco ambiental é uma das principais metas de ação das políticas de desenvolvimento sustentável.

2.4 Transição agroecológica

A discussão sobre a transição agroecológica está hoje bastante generalizada e diz respeito à ampliação da sustentabilidade de longo prazo nos sistemas produtivos (EMBRAPA, 2006).

O processo de mudança no manejo convencional para o ecológico tem sido chamado de conversão. As motivações para a conversão são muitas, dentre elas destacam-se as doenças na família ou em vizinho causadas por agrotóxicos, considerações filosóficas ou religiosas e o prêmio pago pelos produtos orgânicos (KHATOUNIAN, 2001).

A busca de sistemas agrícolas sustentáveis e diversificados de baixa utilização de insumos e que utilizam eficientemente a energia, é atualmente motivo de preocupação de pesquisadores, agricultores e políticos em todo o mundo. A estratégia chave da agricultura sustentável é a restauração da diversidade na paisagem agrícola, segundo Altieri (1987) *apud* Altieri (2002).

A Agroecologia, por reconhecer o estado atual de crise sócio-ambiental da agricultura moderna, aponta para a necessidade de um processo amplo e profundo de mudanças no atual modelo de exploração sócio-econômica e tecnológica da agricultura a outros modelos que incorporem princípios, métodos e tecnologias de base ecológica, apropriáveis pela pequena produção familiar e menos dependentes do ponto de vista econômico, somando esforços para a conquista de níveis crescentes de sustentabilidade ecológica, social e econômica na sociedade contemporânea (MOREIRA, 2003).

De acordo com Altieri (1989), a Agroecologia proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição a estilos de agricultura sustentável nas suas diversas manifestações ou denominações. Sob esta ótica,

não podemos confundir a Agroecologia, enquanto disciplina científica ou ciência, com uma prática ou tecnologia agrícola, um sistema de produção ou um estilo de agricultura.

De acordo com Khatounian (2001), na perspectiva de uma agricultura mais sustentável, busca-se sempre aumentar a atuação autônoma da natureza e reduzir a necessidade de interferências antrópicas, porque estas sempre têm implicações de mão-de-obra e de custos.

Levando em consideração alguns aspectos, como os impactos ambientais causados pela implantação de monocultivos de café e o manejo altamente depredatório calcado no uso de venenos e outras tecnologias, a importância de conservar os recursos naturais locais para as futuras gerações e permitir a aprimoramento da tradicional cafeicultura desenvolvida nas montanhas do sul de Minas Gerais, verifica-se a necessidade de mudanças no modo de pensar e agir por parte dos cafeicultores locais, entidades políticas e consumidores, dentre outros. Tais mudanças são fundamentais ao processo de transição agroecológica.

Assim, o debate sobre transição agroecológica é atual e requer mudanças que vão além do manejo agrícola. Um maior entendimento dos pressupostos de uma produção sustentável é necessário para o desenvolvimento rural local. Transpor as normas impostas pelas certificadoras de produtos orgânicos atualmente se faz necessário, pois o processo de construção de uma agricultura sustentável está muito além do enfoque da substituição de insumos convencionais por insumos orgânicos e exige, necessariamente, a capacitação e formação de técnicos, estudantes e agricultores num enfoque agroecológico. O incentivo à pesquisa, ao ensino e extensão nessa área interdisciplinar do conhecimento científico embasado nos princípios da Agroecologia corroborará nesse processo de mudança a caminho do desenvolvimento rural sustentável.

O respeito às leis da natureza, o aprimoramento das práticas agroecológicas nas lavouras e o incentivo na promoção de organizações de agricultores e consumidores conscientes poderá repercutir na melhoria da qualidade do meio ambiente e da vida dos agricultores. Tais pressupostos

permitirão uma transição que transcenderá aspectos técnicos e agronômicos, atingindo patamares ecológicos, éticos, políticos e culturais.

Segundo Khatounian (2001), o manejo da fertilidade dos agroecossistemas não se resume à fertilização mineral ou ao controle da erosão, mas estende-se ao manejo de todos os recursos da propriedade que poderão contribuir para suprir água, luz, temperatura, ar e nutrientes minerais.

A conversão de um manejo tradicional ou convencional para um manejo sustentável pode ser relativamente simples para alguns pequenos agricultores. Isso acontece porque muitos deles, já descapitalizados, não usam produtos químicos e mantêm áreas diversificadas de cultivo, como estratégia de sobrevivência. Há uma diversidade de situações enfrentadas pelos agricultores familiares, enquanto alguns têm dificuldade em enquadrar-se nos padrões exigidos pelas certificadoras de produtos orgânicos, outros não têm recursos financeiros para pagar os serviços prestados por essa prestadora de serviços. Assim, de acordo com Gliessman (2005), para muitos agricultores, a conversão rápida a um desenho e manejo sustentável do agroecossistema não é possível nem prática.

Apesar dessas dificuldades, o mercado de orgânicos vem se expandindo rapidamente nos últimos anos, impulsionado pela ocorrência de doenças como a vaca louca e contaminações como as causadas pela dioxina e, apesar de se constituir num nicho de mercado, seu potencial de crescimento ainda é muito grande (SOUZA et al., 2001). Muitos esforços de conversão avançam em passos mais lentos na direção da meta derradeira da sustentabilidade, ou, simplesmente adotam como foco o desenvolvimento de sistemas de produção de alimentos um pouco mais consistentes do ponto de vista ambiental (GLIESSMAN, 2005).

Estudando a realidade de cafeicultores orgânicos de Poço Fundo/MG, Assis (2002) observou que a falta de informações e capital caracterizavam-se como duas importantes barreiras à entrada de agricultores familiares no mercado de produtos orgânicos. Para Carmo e Magalhães (1999), a passagem da agricultura convencional para a agricultura orgânica implica no aprendizado e na experimentação de sistemas agrícolas nada usuais, em que se privilegia a

capacidade reprodutiva dos recursos biológicos, além de se procurar garantir lucros ao agricultor.

Diante de todas essas dificuldades e possibilidades, o tempo necessário para efetivação da conversão dos agroecossistemas convencionais em orgânicos dependerá dentre outros fatores da situação sócio-econômica dos agricultores, da situação ambiental dos agroecossistemas e da adequação às normas estabelecidas pelas certificadoras de agricultura orgânica. Para Khatounian (1999), o período de conversão não deve ser entendido como uma quarentena para eliminação de resíduos de agrotóxicos, mas como um período necessário para a reorganização, sedimentação e maturação dos novos conhecimentos, aliado a uma ativa ressituação dos agricultores e do ambiente.

A sustentabilidade não é medida por si mesma, mas sim através da comparação entre dois ou mais sistemas, ou de etapas de um mesmo sistema ao longo do tempo. Os passos para a aplicação do método começam pela definição do objeto de avaliação e do contexto sócio-ambiental, passam pela determinação dos pontos críticos, pela seleção de critérios para um diagnóstico baseado nos atributos descritos anteriormente e pela utilização de indicadores, que sejam de fácil mensuração, passível de monitoramento e provenientes de informações viáveis, confiáveis e claros para o seu entendimento. Após a aplicação dos indicadores selecionados, os resultados são apresentados de forma quantitativa, qualitativa e gráfica, processos e pontos positivos são identificados entre os sistemas comparados, e então, procede-se à elaboração de recomendações para os outros sistemas (FERREIRA, 2005).

Os indicadores de desenvolvimento da cultura referem-se à aparência das plantas, além de outros de fácil observação como tolerância ao stress hídrico, sintomas de ataque de pragas e doenças, sintomas de deficiências nutricionais e desenvolvimento das raízes (ALTIERI, 2002).

Para Hill (1985) *apud* Gliessman (2005), existem três passos essenciais a serem atingidos pelos agricultores no processo de conversão de agroecossistemas convencionais. Não necessariamente deve-se seguir a mesma ordem, devendo-se sempre levar em consideração a realidade sócio-econômica e ambiental das unidades produtivas. Para o autor, o nível “A”

consiste no aumento da eficiência de práticas convencionais a fim de reduzir o uso e o consumo de insumos escassos, caros ou ambientalmente danosos. Inicialmente objetiva-se a utilização de insumos de forma mais eficiente, promovendo uma redução no uso de agroquímicos e nos impactos negativos de sua utilização. Esta preocupação se resume na ambição, talvez ilusão, de ostentar uma agricultura com altas produtividades e baixos custos, baseada na pesquisa agrícola convencional que vem desenvolvendo numerosas tecnologias e práticas agrícolas. Citam-se como exemplos os espaçamentos cada vez mais reduzidos, aumentando a densidade populacional das plantas e o manejo integrado de pragas (MIP), que visa saber o momento ideal para aplicação dos agrotóxicos. Para Gliessman (2005), por mais que esses esforços reduzam os impactos negativos da agricultura convencional, mas não conseguem quebrar sua dependência em relação a insumos externos.

Na segunda etapa do processo de conversão, denominada pelo autor de nível “B” ou substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas, almeja-se substituir os produtos químicos causadores de degradação ambiental por produtos de origem orgânica. Nesse sentido, a agricultura orgânica impulsionou as pesquisas no desenvolvimento de práticas agrícolas alternativas que venham a substituir os fertilizantes nitrogenados sintéticos por adubos orgânicos, os agrotóxicos por agentes de controle biológico e o arado pelo cultivo mínimo do solo. Nesta etapa, a estrutura básica do agroecossistema mantém-se quase a mesma, caracterizando como apenas mudança no “pacote tecnológico”.

Para o autor a terceira etapa ou nível “C” da conversão seria alcançado por meio do redesenho do agroecossistema, de forma que ele funcione baseado em um novo conjunto de processos ecológicos. Nesta etapa procura-se eliminar as causas fundamentais de muitos problemas que ainda persistiam nas etapas iniciais da conversão. Entretanto, para efetivar essa proeza, parte-se do pressuposto de que ao invés de buscar alternativas tecnológicas para resolver problemas, devia-se evitá-los. Para isso, é essencial o conhecimento e entendimento dos processos que causam os problemas e a partir daí buscar alternativas de manejo que ostentem ao ambiente agrícola sustentabilidade

ecológica, social, econômica e energética. O aumento da agrobiodiversidade e biodiversidade na unidade produtiva são elementos cruciais nessa fase caracterizada como redesenho da propriedade.

Além das práticas e tecnologias de cunho ecológico aplicadas nos agroecossistemas será necessária a criação de estratégias externas às unidades de produção para que a transição agroecológica seja realizada com êxito e permita que todos os aspectos ambientais, econômicos, energéticos e sociais sejam efetivamente considerados. Focando principalmente a conservação da biodiversidade, aumento da renda do cafeicultor, garantia da fixação do homem no campo e a perpetuação da cultura e costumes locais para que esses sejam passados de geração a geração. Pois, segundo Assis (2005), o desenvolvimento rural sustentável depende de decisões políticas que procurem por meio do uso coordenado de instrumentos de política agrícola e ambiental, estimular a adoção, pelos agricultores, de modelos agroecológicos de produção.

2.5 O Cafeeiro: origem, exigências ecológicas e edafoclimáticas

O cafeeiro é uma planta de origem africana, perene, arbustiva, que pertence à família das Rubiáceas. Procedente dos planaltos da Etiópia e Sul do Sudão, o café *Coffea arabica* é ali uma planta do sub-bosque das florestas de altitude (KHATOUNIAN, 2001). Segundo Camargo e Telles Júnior (1953), nestas regiões de origem é encontrado em estado espontâneo nas galerias florestais, abrigado e protegido pela copa das árvores.

As espécies mais cultivadas são a *Coffea arábica*, conhecida como café arábica, que representa aproximadamente 70% da produção mundial e a *Coffea canephora*, também denominada café robusta ou Conilon, responsável pelos 30% restantes (RICCI et al., 2002 *apud* SOUZA, 2006).

O café é prejudicado por geadas e também por temperaturas muito elevadas, sendo planta de sub-bosque, que atinge seu pico de fotossíntese à meia sombra, podendo inclusive ser prejudicado pela luz plena (KHATOUNIAN, 2001).

O cafeeiro da variedade arábica (*Coffea arábica*) é uma planta tropical de altitude, adaptada a clima úmido, de temperaturas amenas, condições que prevalecem na região de sua origem, os altiplanos da Etiópia. A faixa de temperatura considerada ideal varia de 19° a 22° e pluviosidade acima de 1200 mm anuais (PEDINI, 2006).

Temperaturas do ar elevadas na fase de florescimento poderão dificultar o “pegamento” das floradas e provocar a formação de “estrelinhas”, ou seja, de flores abortadas, o que implica na quebra de produção, principalmente nos anos em que a estação seca se mostra mais longa ou atrasada (CAMARGO, 1985; THOMAZIELLO et al., 2000). Por outro lado, temperaturas médias anuais muito baixas, inferiores a 18°C, retardam demasiadamente o desenvolvimento dos frutos, cuja maturação pode sobrepor-se ou ultrapassar a florada seguinte, prejudicando a vegetação e a produção do cafeeiro (CAMARGO, 1985).

Temperatura do ar extremamente baixa pode ocasionar geada severa, prejudicial aos cafeeiros. Temperatura do ar igual ou inferior a 2°C implica na formação de geada de radiação. Por outro lado, as encostas de face sul e sudoeste podem estar sob influência de ventos moderados a fortes, com temperaturas do ar baixas, ocasionando sintomas típicos de crestamento foliar nos períodos de inverno (SEDIYAMA et al., 2001).

O cafeeiro reage positivamente a um período de seca que, entretanto, não deve durar mais do que 3 meses. A quantidade de chuva ideal para o desenvolvimento da cultura fica na faixa de 1500 a 1900 mm anuais, bem distribuídos (RICCI et al., 2002). De acordo Camargo e Telles Júnior (1953), na pátria do cafeeiro o índice pluviométrico varia anualmente entre 1000 e 1500 mm, o termômetro raramente sobe a mais de 30°C e quase nunca desce acima de 5°C, sendo sensível aos excessos de luz, calor e baixas temperaturas. Estas características climáticas precisam ser respeitadas na escolha do local e da espécie a ser plantada (RICCI et al., 2002 *apud* SOUZA, 2006).

O cafeeiro não apresenta raízes muito profundas, acostumado em seu meio ecológico a se alimentar dos resíduos orgânicos despejados pela floresta (sob a qual foi criado) não está habituado a fazer esforços extraordinários em

busca de nutrientes e água nas camadas mais baixas dos solos (CAMARGO & TELLES JÚNIOR, 1953).

Em síntese, para o bom desenvolvimento e sanidade dos cafeeiros é necessário teor elevado de umidade relativa do ar, temperatura mais ou menos constante, solo atapetado de matéria orgânica em função humificadora e proteção contra os rigores das radiações extremas (ultravioleta e infravermelho). São essas as condições que o cafeeiro desfruta em sua região de origem (CAMARGO & TELLES JÚNIOR, 1953).

Concordando com muitos autores, dentre eles Furtado (2005) e Prado Júnior (1967), a cafeicultura desenvolveu-se bem no Brasil principalmente pelas características de produção corresponder às condições ecológicas de algumas regiões do país. Assim, esse potencial edafoclimático e ecológico para produção cafeeira em algumas regiões do país favoreceram a ampla expansão desse produto nas terras brasileiras. Vale ressaltar que, apesar desse potencial, os cafeicultores brasileiros não aperfeiçoavam práticas agrícolas compatíveis com a conservação dos solos e microclima desejável aos cafeeiros. Sempre tiveram preocupações referentes à ampliação do parque cafeeiro e ao aumento da produção do café nas unidades produtivas. No entanto, essas aspirações comerciais baseadas principalmente na quantidade de café produzido não possibilitou o aproveitamento das características ambientais que o país oferece para produção de café de qualidade e diferenciado. Pelo contrário o depauperamento dos solos era e, em muitos casos, continua sendo contínuo. E o abandono de lavouras após certo tempo de produção foi regra na antiga cafeicultura brasileira.

2.6 Trajetória da cafeicultura: da Etiópia ao Brasil

Originário da Etiópia, onde já era utilizado em tempos remotos, o café atravessou o Mediterrâneo e chegou à Europa durante a segunda metade do século dezessete (ENCICLOPÉDIA NOSSO SÉCULO, 2007). Da Etiópia, o café passou a ser cultivado na Arábia, França, Holanda, Inglaterra, Egito e, depois, para as possessões ibéricas nas Américas (GALETI, 2004).

Segundo Mauro (2002) *apud* Souza (2006), o hábito de tomar café disseminou-se pela Arábia no final do século IX. No século XV os árabes o cultivavam no Iêmen, que até o século XVII detinham as maiores áreas de produção. Para deixar o país, os grãos precisavam ser antes fervidos, o que impedia sua germinação.

O consumo da bebida na Europa foi realizado primeiramente em Veneza, no final do século XVI. Porém foram os holandeses e a Companhia das Índias Orientais os mentores da propagação e disseminação do café no continente europeu e asiático no começo do século XVII e, através da colaboração dos franceses levaram o café para as colônias caribenhas e americanas (TAUNAY, 1945).

Francisco de Mello Palheta, nascido em Belém do Pará, militar brasileiro e um dos primeiros cafeicultores do país, foi o responsável pela introdução do cultivo do café no Brasil, em 1727, quando trouxe da Guiana Francesa para o Pará, cinco mudas e mais de mil sementes da planta (GALETI, 2004).

Incipiente no Pará, seu cultivo era pouco expressivo, mas expandiu-se pelo Maranhão (1731), Ceará, Pernambuco (1747) e Bahia, em pequenos cafezais destinados ao limitado consumo local (SOUZA, 2006). Do Pará, o café foi para o Rio de Janeiro em 1760, inicialmente cultivado como planta ornamental no horto do mosteiro dos capuchinhos. Foi plantado nas redondezas da cidade em algumas fazendas na Tijuca, mas permaneceu até o final do século XVIII praticamente como “cultura de fundo de quintal”. Nesse período, apesar de algumas pequenas iniciativas de exportação para a metrópole, o Rio de Janeiro ainda importava café de Lisboa (DEAN, 1997 *apud* SOUZA, 2006).

Quando chegou ao Brasil, o café era conhecido e consumido além do mundo árabe, conquistando os grandes centros urbanos da Europa como um produto sofisticado. Porém, sua exploração comercial no país demorou ainda algumas décadas, já que seu plantio não fôra estimulado na época pelo Reino português. De acordo com Furtado (2005), o café, apesar de ser introduzido no Brasil desde começo do século XVIII e ser cultivado por todas as partes para fins de consumo local, assume importância comercial para exportação no fim

do século XIX, quando ocorre a alta de preços causada pela desorganização do grande produtor que era a colônia francesa do Haiti. Nesse mesmo período caracterizado pela alta dos preços do café ocorreu a expansão da cafeicultura em diversas áreas da América e Ásia.

Segundo Khatounian (2001), o cultivo de café expandiu-se para o mundo apenas no século XIX, especialmente na segunda metade, tornando-se o Brasil seu principal produtor e sua principal riqueza no Segundo Império.

Após a descoberta da cultura, o café assumiu importância sócio-econômica na vida dos povos que o cultivaram, tornando possível garantir a reprodução social das famílias produtoras e reforçando a economia de vários países. Na primeira década após a independência do Brasil, o café já contribuía com 18 % do valor das exportações do Brasil, colocando-se em terceiro lugar depois do açúcar e do algodão (FURTADO, 2005). Nos decênios seguintes já passa para primeiro lugar, representando mais de 40 % do valor das exportações brasileiras.

Por volta de 1790, a exploração comercial do café era bem sucedida nas encostas próximas ao Rio de Janeiro; em 1830 os cafezais cobriam vastas áreas do Vale do Paraíba, atravessando os limites da província de São Paulo (DEAN, 1977).

Diversos fatores contribuíram com a propagação das lavouras cafeeiras no Rio de Janeiro, Vale do Paraíba e oeste paulista, dentre eles a disponibilidade de grandes extensões de terras cobertas por matas e ricas em matéria-orgânica, a presença de mão-de-obra escrava, a decadência do ciclo do ouro em Minas Gerais e a demanda pelo café. Isso possibilitou a expansão da cafeicultura e as exportações brasileiras (BACHA, 1992).

Além de toda essa conjuntura econômica favorável à produção do café, questões sócio-ambientais colaboraram com o êxito da cafeicultura no Brasil. De acordo com Khatounian (2001), a amenização do calor tropical, operada em sua região de origem pela altitude, foi aqui auxiliada pela latitude, tornando o sombreamento supostamente desnecessário.

Em matéria de organização, a lavoura cafeeira seguiu os moldes tradicionais e clássicos da agricultura do país: a exploração em larga escala, no

formato de grande lavoura (conotação sinônima da “plantation” dada pelos economistas ingleses), fundamentada na grande propriedade com extensas áreas de monocultivos, tendo como instrumento de trabalhos no início os escravos negros e, mais tarde, os assalariados (PRADO JÚNIOR, 1967).

Dean (1997) mostra que os primeiros cafeicultores desprezaram as características do habitat de origem do cafeeiro e, ao invés de adotar o sombreamento dos plantios e tentar melhorar sua qualidade, optaram pela expansão da monocultura, a exemplo da cana-de-açúcar, visando à quantidade produzida e não a qualidade. Contudo, segundo Khatounian (2001), não se deve considerar apenas a produção máxima, mas também outros aspectos desejáveis no cultivo, tais como a sanidade, a longevidade, a atenuação da bienalidade e a prevenção contra morte por esgotamento; a meia-sombra, assim como em sua região de origem, é de todo preferível.

A cafeicultura propagou-se com a crença que deveria ser realizada em solo coberto por floresta virgem e conduzida a o pleno sol. Desconsiderando as condições nativas da planta, esse sistema provocava a dizimação das áreas florestadas, através do machado e fogo, impedindo o sombreamento da cultura. As únicas árvores que eram mantidas tinham o único propósito de evidenciar a qualidade do solo, como o pau d’alho, dentre outras. Em pouco tempo, no Vale do Paraíba transformou-se numa colcha de retalhos de cafezais e de mata primária (DEAN, 1997). A prática de derrubada das matas nativas foi assumida pelos agricultores como única maneira de cultivar-se café. De acordo com Kiehl (1985), criou-se o mito que o cafeeiro produzia bem somente sentindo o “bafo da mata”.

Porém, de acordo com Souza (2006), com o predomínio da monocultura em sistema extensivo, os cafezais não-sombreados envelheciam mais cedo. Em resposta a esse sistema, o cafeeiro começa a produzir no quarto ano de vida e por volta dos vinte, eventualmente até aos dez ou doze anos, quando a matéria orgânica oriunda da antiga mata e a fertilidade natural dos solos se esgotava, os cultivos eram abandonados para serem substituídos por novas plantações em áreas virgens e ricas em matéria orgânica. As terras abandonadas (íngremes e erodidas) eram então arrendadas aos comerciantes

de lenha e posteriormente ocupadas pelo gado, muitas vezes sob nova administração.

De acordo com Prado Júnior (1967), o café deu origem à última das três grandes aristocracias do país, depois dos senhores do engenho e dos grandes mineradores, os fazendeiros de café se tornam a elite social brasileira. Segundo Souza (2006), a proeminência do café a partir de meados do século XIX, quando se tornou a base da economia exportadora do país, em nada lembrava a importância modesta no período colonial.

Para Borges (2000), a concretização do processo de abolição da escravidão representou um perigo para as lavouras cafeeiras, altamente dependentes de mão-de-obra. Naquela época já existiam muitos imigrantes executando tarefas nas fazendas cafeeiras do estado de São Paulo, pois de acordo com Campos e Miranda (2007), em 1855 já havia cerca de 3500 imigrantes trabalhando em regime de “semi-escravidão” na província. No entanto, no período que antecedeu a libertação dos escravos, a expansão do parque cafeeiro era constante devido os financiamentos externos.

Em 1929, com uma superprodução de café, os preços caíram e abalaram a economia nacional. Foram destruídas 78 milhões de sacas de café entre 1931 e 1945, o que equivaleria a cinco safras normais de café (SILVA, 1994). As plantações de café iriam entrar em uma fase de sérias crises de superprodução, assumindo seu auge em 1932, época em que o mercado internacional não se apresentava receptivo às grandes safras (SILVA, 1994).

Em crises anteriores à de 1929, também desencadeadas pelas altas produções dos monocultivos cafeeiros, Ordoñez e Quevedo (2000) relatam que o governo brasileiro emitia dinheiro ou realizava empréstimo no exterior para comprar o excedente do café. No entanto, dessa vez, os brasileiros tiveram que arcar com os prejuízos sozinhos (ARRUDA, 1998).

Por volta de 1945, chegava ao fim da crise iniciada em 1929, pois os preços voltaram a subir, o mercado se recuperou e grandes plantios foram feitos em regiões de São Paulo e do Paraná (GALETI, 2004).

Os fatos econômicos, sociais e políticos mais relevantes do país, que ocorreram desde os meados do século XIX até o terceiro decênio do século XX

se desenrolaram em função da cafeicultura (PRADO JÚNIOR, 1967). O autor cita como exemplos o deslocamento de populações de todas as partes do país, principalmente para o sudeste e Sul, a maciça emigração europeia, a abolição da escravidão e o início do Brasil enquanto uma Federação e República.

Segundo o mesmo autor, em 1962, o Brasil possuía um imenso parque cafeeiro, formado por plantas velhas, economicamente inviáveis para os fazendeiros, devido à baixa produtividade e por estarem localizadas em regiões inaptas, com severos riscos de geadas. Dessa forma, o governo criou um programa de racionalização da cafeicultura, com o objetivo de erradicar dois bilhões de pés de café.

Na década de 60, de acordo com Silva (1994), a cafeicultura brasileira foi objeto de um conjunto de transformações tecnológicas, institucionais e creditícias que possibilitaram a sua adequação ao modelo produtivista da agricultura. Segundo o mesmo autor baseando-se em variedades de alto rendimento, na utilização de insumos modernos, e em amplo apoio financeiro sustentado por linhas de crédito especiais, iniciou-se um processo de inovação que modificou o perfil da cafeicultura nacional.

A partir desse período, o uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e máquinas agrícolas passaram a ser constante nas lavouras de café. E os problemas sócio-ambientais já existentes na época tomaram maiores dimensões. Segundo Galetti (2004), iniciou-se um processo de substituição do serviço humano pelas máquinas e acelerou-se o processo de devastação ambiental. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), maior centro de pesquisas cafeeiras da época, preparou a cafeicultura com variedades de alto rendimento, de maneira a participar como consumidora de insumos, justamente no processo de implantação de industrialização pesada (SILVA, 1994).

Nos anos seguintes, verificou-se um aumento no número de desempregados e do êxodo rural. Segundo Primavesi (1997), como consequência do uso intensivo da tecnologia químico-mecânica, os trabalhadores rurais perderam seus empregos e as colônias nas fazendas ficaram vazias. E de acordo com a autora, no Brasil, em função do processo

conhecido como modernização da agricultura, cerca de trinta milhões de pessoas migraram para as cidades, no quartil final do século XX.

Atualmente, o aumento do preço dos insumos agrícolas utilizados na lavoura cafeeira, a falta de políticas governamentais de apoio à cafeicultura e um mercado exigente em qualidade têm causado diminuição da rentabilidade econômica da atividade cafeeira (MATIELLI & MATIELLI, 2003). Como resultado, vê-se, com frequência, o abandono de lavouras cafeeiras.

As novas tecnologias introduzidas no mercado e as pesquisas vigentes com o objetivo de aumentar a produtividade do café não atendem as necessidades dos cafeicultores familiares. Como por exemplo, cita-se o desenvolvimento das variedades de café a partir de meados do século passado visando somente às altas produtividades, conseqüentemente, exigentes em adubações pesadas. Além de serem tecnologias caras, ecologicamente instáveis e socialmente dispensáveis, nos remetem a um passado repleto de crises e erros fundamentados em interesses comerciais das indústrias do setor agrícola.

Atualmente, a produção de café é realizada em 54 países, alcançando anualmente cerca de 112,860 milhões de sacas produzidas no mundo (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION, 2006). O Brasil destaca-se por ser o maior produtor de café do mundo. De acordo com o Cecafé (2006), em 2005 foram exportados 26,175 milhões de sacas, gerando uma receita de US\$ 2,192 bilhões (44,11% a mais), comparado ao ano anterior. Tal fato coloca o Brasil como o maior exportador de café do mundo, detendo cerca de 30% do mercado mundial.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2008), a produção do café arábica representa 77,2% (35.484 mil sacas de café beneficiado) da produção do País, tendo como maior produtor o Estado de Minas Gerais com 66,4% (23.545 mil sacas de café beneficiado). E o café conilon (robusta) participa da produção nacional com 22,8% (10.508 mil sacas de café beneficiado). O Estado do Espírito Santo se destaca como o maior produtor dessa variedade com 70,0% (7.363 mil sacas de café beneficiado).

De acordo com dados do IBGE, Minas Gerais é o maior produtor brasileiro de café representando 51,5% da safra nacional. A região Sul de Minas contribui com mais de 50% da produção mineira (IBGE, 2006).

De acordo Pereira et al. (2006), há uma estimativa a nível mundial, que somente na produção de café estejam envolvidas cerca de 25 milhões de pessoas; já o setor como um todo é responsável pelo sustento de aproximadamente 100 milhões de pessoas. Verifica-se que essa commodity tem uma importância crucial no que se refere à absorção da mão-de-obra no meio rural e geração de empregos nos diversos setores da cadeia produtiva cafeeira.

Nos últimos 15 anos a cafeicultura passou por mudanças em sua estrutura produtiva, visando o aumento da qualidade do produto e da competitividade, tentando melhorar sua imagem diante dos seus consumidores (SANTOS, 2005). Recentemente, o país tem se atentado a esse excelente potencial de produção de cafés especiais, e apesar de possuir representação pequena nesse mercado de cafés de bebidas finas, as preocupações por parte dos agricultores, pesquisadores e órgãos políticos tem aumentado nesses últimos anos.

Segundo Barbosa et al. (2009), em Minas Gerais, órgãos como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais, em parceria com a Universidade Federal de Lavras e outras instituições de pesquisas e empresas privadas, realizam anualmente o Concurso de Qualidade dos Cafés de Minas. O objetivo do concurso é incentivar os produtores mineiros à melhoria na qualidade, premiando os cafés vencedores. De acordo com os pesquisadores, o sucesso desse incentivo pode ser visto através dos resultados da quinta edição do concurso realizado em 2008, pois o café vencedor na categoria natural foi vendido a R\$1.030,00 reais e o na categoria café descascado por R\$ 1.500,00. Esses valores são bem superiores aos praticados pelo mercado de cafés não especiais, em que uma saca de 60 kg, era vendida por R\$240,00 aproximadamente. No entanto, esse concurso e muitos outros avaliam a qualidade física e sensorial do café, independentemente do manejo adotado nas lavouras. As questões ambientais,

éticas, culturais e sociais atreladas à produção não fazem parte dos critérios de avaliação.

Apesar das crises que a cafeicultura vem enfrentando ao longo da história não se deve negar a sua “bravura” e persistência, pois mesmo diante da atual crise energética, favorecendo o aumento dos preços dos insumos químicos exigidos pelas lavouras convencionais, o crescimento do consumo de tal produto é crescente no mundo e mais ainda no Brasil. E esse fato tem exigido a renovação e ampliação de novas áreas cafeeiras.

2.7 Cafeicultura em Machado/MG e Poço Fundo/MG

O café representa em média 30% do PIB dos municípios do sudoeste de Minas e é cultivado em 41.753 estabelecimentos agropecuários, sendo que todos os municípios dessa região são considerados produtores de café (OLIVEIRA, 2007). Com 70% da renda das propriedades rurais do Sul de Minas vindas do café, percebe-se a importância dessa cultura na região (ALVES et al., 2009). A região Sul de Minas contribui com mais de 50% da produção mineira (IBGE, 2006). Os municípios de Machado e Poço Fundo encontram-se entre as mais importantes regiões cafeeiras do sul de Minas.

São várias as versões sobre a chegada do café na região sul do estado de Minas Gerais. A cafeicultura foi introduzida nesse estado primeiramente na Zona da Mata, onde encontrou boas condições para o seu crescimento. Por muito tempo essa região foi responsável pela maior parte da produção, que futuramente migrou para a região sul e, principalmente para as zonas que faziam fronteira com as regiões produtoras de café do Estado de São Paulo (MATOS, 2000).

Segundo Souza (2006), a composição territorial de Machado era então distinta da atual. Desmembrado de Alfenas em 1880, a vila de Santo Antonio do Machado compreendia, além do distrito sede, os do Carmo da Escaramuça (emancipado em 1911 e atual município de Paraguaçu), de Douradinho e de São Francisco de Paula do Machadinho. Este último distrito foi desmembrado de Machado em 1923, recebendo o nome de Gimirim (machado pequeno em tupi guarani), e em 1953 foi rebatizado como Poço Fundo, devido ao grande

volume e qualidade do fumo de corda ali produzido, principalmente na localidade denominada Cachoeira Grande do Poço Fundo.

No território montanhoso de Machado e Poço Fundo, localizados nos contrafortes da Serra da Mantiqueira, os solos férteis e o clima tropical de altitude (entre 780 m e 1435 m), com temperaturas amenas (médias de 20° C) e precipitação em torno de 1.800 mm anuais, formam um ambiente favorável ao cafeeiro arábica (SOUZA, 2006). Nos municípios vizinhos Poço Fundo, Machado e Campestre se concentra uma das maiores produções de café do país com qualidade superior, historicamente fundada em bases familiares, cujo cultivo se situa em áreas de montanha (SILVEIRA & MORUZZI MARQUES, 2009).

A região do sul de Minas Gerais é hoje a maior produtora de café do país, sendo responsável pela produção de grãos reconhecidos internacionalmente como de excelente qualidade, com bastante corpo e aroma, doçura característica e pouca acidez. Ela compreende uma área muito grande e heterogênea, que corresponde a 53.013 Km², distribuídos em mais de 100 municípios. Machado, por exemplo, corresponde a 1,1% de seu território (SOUZA, 2006).

Minas Gerais produz atualmente mais da metade do café brasileiro, sendo que o Sul de Minas, a Zona da Mata mineira e o Cerrado (Alto Paranaíba e Triângulo mineiro) são as principais regiões produtoras com 49,22%, 28,13% e 22,65% da produção estadual, respectivamente (FAPEMIG, 2001 *apud* MOURA, 2007). Esta posição teve início na década de 70, após o Programa Nacional de Erradicação de Cafezais e do Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais (PRRC), que tinham o objetivo de ampliar a capacidade produtiva do café (SIMÃO, 1999 *apud* MOURA, 2007).

Segundo Tubaldini (1982) *apud* Moura (2007), a partir do ano agrícola de 1970/71 o Instituto Brasileiro do Café (IBC) iniciou o Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais, destinando financiamentos com o objetivo de adequar e modernizar a cafeicultura nacional.

Infelizmente, tal modernização ocorreu de maneira efetiva e o incessante crescimento do parque cafeeiro trouxe consigo “sombras” de uma verdadeira

devastação dos recursos naturais, demonstrada pela degradação e contaminação da fauna, flora, solos e dos corpos hídricos, evidenciando um futuro de insustentabilidade sócio-ambiental e econômica.

O modelo produtivista industrial da cafeicultura sul mineira induz uma estruturação territorial em torno da produção do café *commodity*. A fundamentação econômica, ecológica e geográfica desse modelo de produção estabelece um tipo de organização social que submete a quase totalidade dos agricultores familiares de Machado, Poço Fundo e Campestre a situações de marginalização que, como consequência, a impede, em grande medida, de exercer com plenitude múltiplas funções, de modo a poder contribuir com um desenvolvimento de caráter sustentável. Apesar disso, o sistema de produção familiar do sul de Minas, mesmo no âmbito do *commodity* café, ainda se apresenta com certo grau de viabilidade, considerando aspectos técnicos, organizacionais e socioeconômicos (SILVEIRA & MORUZZI MARQUES, 2009).

Essa substituição dos sistemas de produção de maior diversidade cultural por sistemas mais simplificados, baseados no uso de insumos industriais químicos, máquinas e variedades vegetais melhoradas e padronizadas promoveu um aumento da produtividade, porém, por outro lado, afetou drasticamente a estabilidade ecológica e social da produção agrícola (SANTANA, 2005).

Mapeamento do uso da terra utilizando imagem de satélite realizado por Bertoldo et al. (2003), no município de Machado, apresentou a repercussão da cafeicultura no respectivo período, sendo encontrado 14,39% da área municipal com café em produção (parâmetros de idade acima de 4 anos, porte maior que 2m e espaçamento de plantio que permite uma cobertura de substrato maior que 50%); 5,12% com café em formação (abaixo de 4 anos) e 6,85% com café recém-plantado (com solo exposto).

Segundo Moura (2007), o crescimento relativo das áreas ocupadas com cafezais no município de Machado, no período inicial do Plano de Renovação (1966 - 1975), foi de 37,93% (Tabela 1). A partir daí ocorreu um fluxo constante de crescimento nas áreas plantadas que atingiu 345,17% entre 1975 a 1990, taxa superior ao segundo período de 15 anos, quando o crescimento foi de

91,10%. O crescimento total do período analisado, de 1966 a 2005, foi de 1.073,25%.

Tabela 1. Crescimento relativo das áreas ocupadas com cafezais no município de Machado/MG . Fonte: MOURA, 2007.

Período	Taxa de crescimento (%)
1966 – 2005	1073,52
1966 – 1975	37,93
1990 – 2000	33,24
2000 – 2005	43,42
1975 – 1990	345,17
1990 – 2005	91,10

De acordo Moura (2007), o crescimento da ocupação da área municipal com cafezais ocorreu de forma praticamente uniforme, sendo distribuídas por todo município (Figuras 2, 3, 4 e 5). A declividade do terreno pode ser fator impeditivo à utilização de mecanização no manejo e colheita das lavouras.

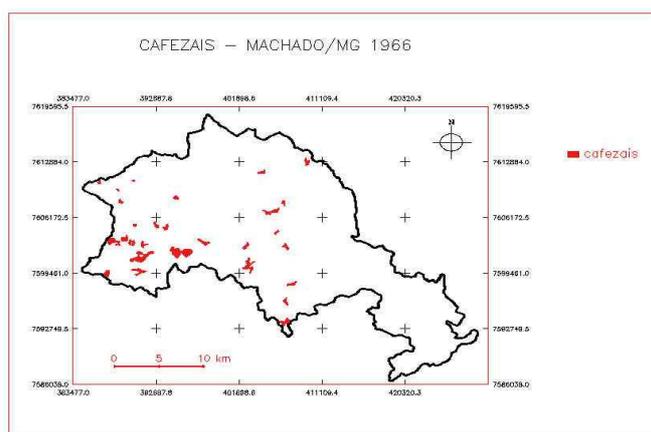


Figura 1. Mapa das áreas ocupadas por cafezais no município de Machado/MG em 1966. Fonte: MOURA, 2007.

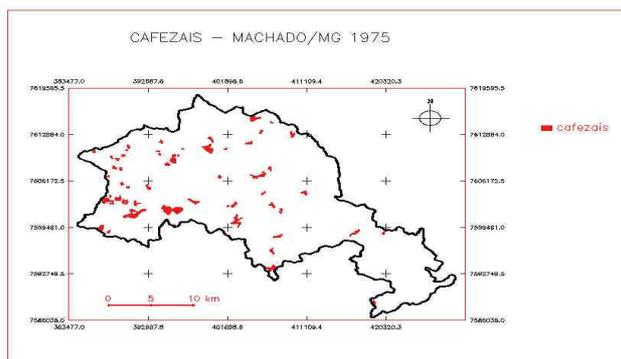


Figura 2. Mapa das áreas ocupadas por cafezais no município de Machado/MG em 1975. Fonte: MOURA, 2007.

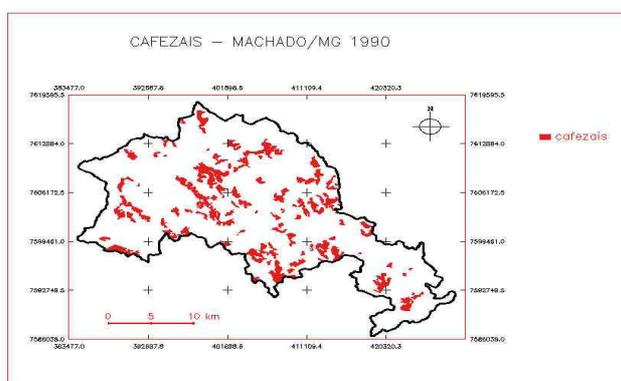


Figura 3. Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado/MG em 1990. Fonte: MOURA, 2007.

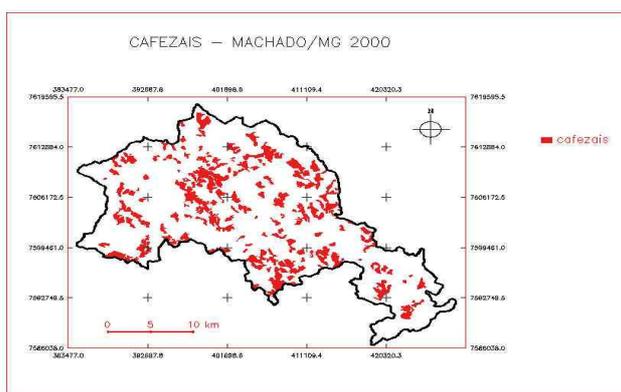


Figura 4. Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado/MG em 2000. Fonte: MOURA, 2007.

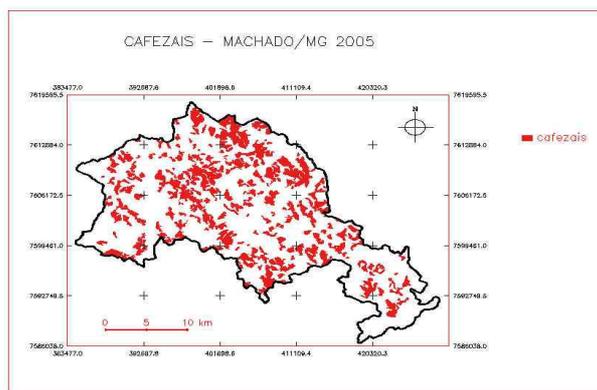


Figura 5. Mapa das áreas ocupadas por cafezais no Município de Machado/MG em 2005. Fonte: MOURA, 2007.

Em estudo realizado por Alves et al. (2009), observou-se que a cafeicultura mineira não é estática, ou seja, está em constante transformação, especialmente pela necessidade atual de renovação do parque cafeeiro mineiro. Verificou-se que mudanças na área ocupada pela cultura na região refletem mudanças econômicas e ambientais.

Segundo Oliveira (2007), o cultivo de novas áreas e a substituição de outras culturas pelo café representa os principais fatores que influenciaram o crescimento da cafeicultura em Minas Gerais entre 1990 e 2006.

Nos mapas apresentados se pode observar que a ocupação da cafeicultura é crescente no município de Machado, dado as boas condições edafoclimáticas que promoveram uma excelente adaptação do cafeeiro à região. Esse crescimento é de extrema importância para a economia local (geração de renda e empregos). No entanto, através do atual modelo de sistema de cultivo convencional, que vem se praticando, pode-se dizer que os problemas sócio-ambientais já existentes serão agravados. Caminha-se num cenário onde os recursos naturais possivelmente serão exauridos. O desequilíbrio ecológico se faz presente, oscilações climáticas preocupam pesquisadores e estudiosos. Algumas pesquisas vêm apontando possíveis mudanças do zoneamento da cultura cafeeira, que tende a sofrer caminhamentos da região sudeste para o sul do país, caso não ocorra uma mudança imediata em prol da conservação dos recursos naturais.

Através de estudos realizados por Alves et al. (2009), em uma análise espaço-temporal da cafeicultura de Machado, nos últimos sete anos, percebeu-se que o crescimento das áreas cafeeiras deu-se principalmente no sudoeste do município, região caracterizada por maiores altitudes e relevos mais acidentados. Uma possível explicação da migração do parque cafeeiro para essa região seria a produção de cafés de bebida de melhor qualidade, onde a altitude é tida como fator relevante. Segundo dirigentes da Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo, a expansão da cafeicultura de Poço Fundo/MG também tem ocorrido em áreas com altitude mais elevada e, conseqüentemente, com topografia mais acidentada.

Tal realidade exprime sérios riscos ao meio ambiente e aos cafeicultores, se for levado em consideração os sérios impactos sócio-ambientais causados pela agricultura intensiva em agroquímicos. A situação é agravada quando se trata de uma agricultura de base familiar, pois a topografia das propriedades dos agricultores familiares normalmente é acidentada, aumentando-se o risco de erosão e perda da fertilidade dos solos.

Acredita-se que o abandono de diversas áreas cafeeiras é ocasionado pelo rápido depauperamento das lavouras, visto que essas, arrançadas em monoculturas, sofrem com as adversidades climáticas (sol, estresse hídrico, ventos) e fitossanitárias. A ausência de práticas conservacionistas de solo possibilita o seu empobrecimento e contribui com a má nutrição dos cafeeiros. A deficiência nutricional das plantas aumenta a sua susceptibilidade às pragas e doenças. Além disso, a degradação ambiental promove desequilíbrios ecológicos, que conseqüentemente, favorecem o aumento da incidência de pragas e doenças nas lavouras cafeeiras. Assim, os cafeicultores utilizam pesticidas e fertilizantes sintéticos como medidas paliativas de proteção e nutrição das lavouras. No entanto, tais medidas não solucionam os problemas fitossanitários e ainda acarretam outros de severas implicações econômicas e sócio-ambientais. Isso evidencia a necessidade de um melhor entendimento desses problemas causados pela agricultura convencional.

Dessa forma, verifica-se que as lavouras cafeeiras manejadas com o uso intensivo de agroquímicos são decorrentes do próprio sistema de

monocultivos e plantio de cafeeiros a pleno sol, em vigor nesses municípios e nas demais regiões cafeeiras do país. A prática dessa agricultura monocultora é repassada desde o período colonial, onde preocupações com a exportação e geração de divisas sempre foram consideradas mais importantes que a conservação dos agroecossistemas. Até mesmo a agricultura orgânica praticada por alguns agricultores da região, principalmente os mais capitalizados, necessita de um aprimoramento das práticas agrícolas, visando maiores níveis de sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Infelizmente, essa é a realidade dos municípios de Machado e Poço Fundo. Mudanças emergenciais do padrão de “desenvolvimento” local precisam ser tomadas em função dos crescentes desmatamentos nas poucas áreas de matas fragmentadas que restam. Acredita-se que o município de Poço Fundo tenha um padrão de expansão espaço-temporal da cafeicultura semelhante ao de Machado, pois suas características topográficas, edafoclimáticas e a dependência econômica da cultura do café são razoavelmente parecidas.

Através de estudos realizados por Moruzzi Marques et al. (2007), sabe-se que a agricultura familiar praticada nos municípios vizinhos de Machado, Poço-Fundo e Campestre desenvolve experiências pioneiras em termos da conciliação da produção agrícola com as vocações territoriais, nas quais dimensões tais como identidades culturais, iniciativas sociais, aptidões ecológicas e ações ambientalistas passam a ser reconhecidas como essenciais. Verifica-se que a efetividade de uma agricultura sustentável local, pautada em relações harmoniosas com a natureza, poderá ser alcançada se as experiências agroecológicas em evidência forem incentivadas e propagadas pelos atores sociais responsáveis pela assistência técnica, pesquisa e extensão.

Devido aos aspectos climáticos, a região é considerada a principal produtora de cafés tipo gourmet e especiais, que possuem nuances diferentes e se destacam pelo sabor diferenciado. A cafeicultura orgânica desenvolvida localmente ostenta uma possibilidade de conservação e preservação dos recursos naturais desses municípios produtores de café. Além do mais, o

desenvolvimento rural sustentável não possibilita somente melhoria da qualidade ambiental, pois está emaranhado a questões sócio-econômicas, éticas e culturais. A cafeicultura de base ecológica praticada na região de Machado e Poço Fundo tem proporcionado aos agricultores uma excelente oportunidade de alcançar mercados diferenciados e agregar valor ao café comercializado, melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas.

2.8 Estado da Arte da Cafeicultura Orgânica

O setor de café orgânico é o segmento que mais cresce dentro do setor de cafés especiais, mercado que movimenta anualmente US\$ 18 bilhões e a expectativa é que haja aumento na produção e demanda nos próximos anos (CAIXETA & PEDINI, 2002).

O café é a segunda maior commodity, e os cafés especiais, entre eles o orgânico, são os únicos produtos que apresentam crescimento expressivo em todos os principais países consumidores mundiais (EUA, Japão e Europa), sendo uma ótima oportunidade competitiva para o Brasil de melhorar sua imagem de cafés de qualidade no mercado internacional (CAIXETA, 2000).

Segundo a Organização Internacional do Café (2002), como ocorre com outros produtos postos à venda como orgânicos, o café é vendido aos consumidores com a garantia de que provém de fonte segura, confiável e direta, sem passar pela mão de múltiplos comerciantes e distribuidores. Sendo um café sadio, sem o uso de produtos químicos tóxicos à saúde humana e animal e sem poluir ou contaminar os recursos naturais. De acordo com Pereira et al. (2004), isso significa que uma grande porção do prêmio ou adicional que os consumidores estão dispostos a pagar irá favorecer o meio ambiente e os produtores, contribuindo para uma maior equidade socioeconômica através do comércio solidário, também conhecido como Fair Trade.

A certificação dos produtos orgânicos, entre eles o café, surgiu como resposta a uma necessidade de validar os esforços de muitos e garantir aos consumidores que o produto que eles tencionam consumir foi produzido de acordo com normas precisas e definidas (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 2002). O conceito de selo orgânico emitido pelas certificadoras

abrange aspectos relativos à qualidade nutricional e isenção de agrotóxicos, à preservação do meio ambiente na condução da cultura e ao respeito ao ser humano, além de denotar conformidade com a legislação ambiental e trabalhista (THEODORO, 2002).

Os principais países produtores de café orgânico são latinos americanos: Costa Rica, Peru, México, Guatemala, Nicarágua, El Salvador, Brasil e Colômbia e os principais países consumidores são os Estados Unidos e o Brasil seguidos pela Alemanha, Países Baixos, Suíça, França, Áustria e Japão (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 2002).

No Brasil, a cafeicultura orgânica já é uma realidade. Este tipo de agricultura tem aumentado consideravelmente, principalmente em alguns municípios do Sul de Minas, da Zona da Mata e da Região Mogiana do estado de São Paulo, com um mercado internacional garantido para quase 100% da produção (CHAGAS et al., 2002).

Em Minas Gerais, o café destaca-se entre os alimentos produzidos no sistema orgânico, seguindo a tradição do Estado na cafeicultura. A região de Machado, Sul de Minas é o principal pólo do país neste setor e concentra o maior número de produtores de café orgânico, com perspectivas bastante promissoras para o crescimento da atividade (FRANCO, 2002).

Foi no sul de Minas Gerais, mais especificamente em Machado, que a cafeicultura orgânica começou oficialmente. O pioneiro, Dr. Carlos Franco, da Fazenda Jacarandá, um engenheiro de família presbiteriana que já plantava café desde meados do séc. XIX, saiu ainda jovem do município para realizar seus estudos em Campinas e mais tarde em São Paulo, onde morou por muitos anos. Quando herdou a fazenda de café de seu pai, decidiu manter a tradição da família e dedicar-se mais à cultura (FRANCO, 2005 *apud* SOUZA, 2006).

Com o contato mais estreito com a lavoura o Dr. Carlos Franco passou a observar uma série de problemas decorrentes do uso de agrotóxicos, como a morte de pássaros e de gado, assim como problemas de intoxicação que ocorrera com um vizinho (SOUZA, 2006). Por volta de 1964, contrariando a tendência e até imposições, aboliu de sua propriedade qualquer produto que

colocasse em risco a saúde de seus parceiros, trabalhadores e do meio ambiente (PEREIRA et al., 2004). Começou a adotar as práticas da agricultura orgânica em 1990, disposto a correr os riscos da conversão. No começo ele foi criticado por vários familiares, alguns deles agrônomos, que também são cafeicultores, e ainda não acreditavam na viabilidade do novo sistema (SOUZA, 2006).

Hoje, a produção brasileira de alimentos orgânicos pode ser dividida em dois grupos: pequenos produtores familiares ligados a associações e a movimentos sociais, que representam cerca de 90% do total de agricultores, e grandes produtores empresariais. Pelo menos 30 tipos de alimentos vêm sendo produzidos no País por este sistema, sendo o café um dos principais, ficando atrás somente das hortaliças orgânicas (ORGÂNICOS, 2002 *apud* PEREIRA et al., 2004).

A qualidade da produção orgânica de café no país, de início questionada pelos cafeicultores convencionais, passou a ser mais reconhecida depois que um produtor do Sul de Minas, Paulo Sergio Almeida, ganhou o primeiro prêmio no concurso de qualidade Cup of Excellence, promovido pela BSCA – Brazil Specialty Coffee Association, na sua terceira edição em 2001. Porém, em 1999, um lote de café orgânico de Alex Nanetti, produtor familiar de Machado, também do Sul de Minas, já conquistara o segundo lugar em edição anterior deste mesmo concurso, o que foi considerado pelos cafeicultores convencionais, na época, como uma mera questão de sorte. As 92 sacas do lote vencedor em 2001 foram vendidas em leilão eletrônico promovido pela associação para uma empresa japonesa, alcançando um preço recorde de US\$ 735 por saca, enquanto a bolsa de Nova York cotava o café por apenas US\$ 35 (GONÇALVES & SOUZA, 2002 *apud* SOUZA, 2006). Isso foi um estímulo forte o suficiente para alavancar a produção orgânica de café.

Num estudo sobre a agricultura orgânica realizado pelo BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social junto a certificadoras, em 2002 foram computados 419 cafeicultores orgânicos, ocupando uma área de 13.005 ha (ORMOND et al., 2002 *apud* SOUZA, 2006). Segundo a ACOB (Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil), sediada em Machado, este

mercado está se expandindo a uma taxa de 20% ao ano, enquanto a ABIC estima que o crescimento seja de 50% ao ano. Em 2004, a produção estimada foi de 250.000 sacas de 60 kg (SOUZA, 2006).

Segundo a Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região (Coopfam), Poço Fundo possui hoje 800 mil pés de café orgânico, cem por cento Arábica, que produzem em média 5.000 sacas por ano em altitudes que variam de 800 a 1200 metros. O café da região, de alta qualidade, conhecido em vários países por seu aroma incomparável, já foi considerado o melhor café do mundo. Tendo a maior parte destinada à exportação, o sistema de secagem é em terreiro, lentamente ao sol, o que faz com que não perca a sua integridade.

De acordo Souza (2006), as principais motivações para alguns desafiantes, nos municípios de Machado/MG e Poço Fundo/MG, se converterem para a cafeicultura orgânica, ao lado do aspecto econômico, foram a idéia compartilhada de tentar mudar o mundo e colaborar para reduzir o impacto ambiental e social das áreas de produção.

De acordo Gonçalves (2003), a agricultura orgânica praticada pelos agricultores familiares de Poço Fundo/MG está inserida entre duas modalidades. De um lado, os agricultores orgânicos que são, ou procuram ser, menos dependentes de insumos externos e, do outro lado, os agricultores orgânicos que são altamente dependentes de insumos externos (aqueles permitidos pelas normas de produção orgânica). Nessa segunda modalidade, o produtor apenas “troca de pacote”, ou seja, deixa de utilizar os produtos químicos (adubos e agrotóxicos) e utiliza uma “parafernália” de produtos permitidos pelas normas de produção orgânica (pacote orgânico).

Do ponto de vista econômico, a cafeicultura orgânica altamente tecnificada, dependente de insumos e de mão-de-obra externa pode vir a ter menores rendimentos financeiros porque ela está embasada em estrutura produtiva equivalente à revolução verde. Modelo caracterizado como extremamente dependente de energia externa à propriedade. No entanto, verificaram-se através de discussões estabelecidas com cafeicultores familiares orgânicos de Poço Fundo, cooperados da Coopfam, que a realidade

das pequenas propriedades cafeeiras de base familiar possui uma outra lógica, embasada na diversificação da produção, no aproveitamento de todos os recursos energéticos disponíveis na própria unidade produtiva (subprodutos: palha de café, restos vegetais, esterco de aves, suínos e bovinos) e na utilização de mão-de-obra familiar. Todos esses fatores têm proporcionado níveis satisfatórios de sustentabilidade nas pequenas unidades produtivas que priorizaram o cultivo de café orgânico.

Silveira e Moruzzi Marques (2009), afirmaram que o sistema familiar de produção orgânica da Coopfam favorece o desempenho de múltiplas funções atribuídas à agricultura. A Coopfam contribui e muito para a promoção de um sistema mais sustentável de produção sem o uso de insumos químicos, presta serviços à coletividade por intermédio do sistema cooperativo, incentiva práticas adotadas de respeito ao meio ambiente e possuiu uma gestão inédita que lhe garante, do ponto de vista operacional, a rentabilidade econômica apoiada na certificação comércio justo, possibilitando níveis elevados de sustentabilidade social e econômica.

A média da produtividade alcançada pelos cafeicultores cooperados da Coopfam é de 30 a 35 sacas por hectare, enquanto a média da produtividade de café convencional da região é de 25 a 30 sacas por hectare (SILVEIRA & MORUZZI MARQUES, 2009). Segundo os mesmos autores, a produção anual é de 480.000 kg, o que corresponde a uma média de 25 *containers* de 19.200 kg, dos quais cerca de 70% é destinada ao exterior. O café é o principal produto que compõem o projeto produtivo orgânico (comércio justo) elaborado e executado pela Coopfam. Porém, a produção orgânica também se estende aos hortifrutigranjeiros, fumo, mel, entre outros. Tal arranjo permite o avanço da produção diversificada (isenta de agrotóxicos) e o abastecimento do comércio local.

Segundo o "The World of Organic Agriculture, Statistics & Emerging Trends (2006), a comercialização de café orgânico representa cerca de 1,5% de todo o mercado de café no mundo. Os maiores mercados são dos Estados Unidos da América, da Europa e do Japão. A maior parte do café orgânico foi comercializada com o selo de certificação do comércio justo (Fair Trade).

O consumo de cafés especiais, como o café orgânico, gourmet, sombreados e socialmente justos, também está aumentando. Os preços destes cafés no mercado nacional e internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência de suas características de produção, qualidade e menor oferta (RICCI & NEVES, 2007).

O Brasil aproveita muito pouco deste nicho de cafés diferenciados, além do grande potencial para o mercado interno, já que a parcela do café orgânico no consumo brasileiro apresenta a singela soma de 0,01% (PEREIRA et al., 2004).

Segundo Moura et al. (2007), as instituições de pesquisa dos principais Estados produtores de café têm constatado que a cafeicultura orgânica é uma boa alternativa para os agricultores familiares. E os mesmos autores afirmam que dentre as demandas que têm sido apresentadas pelos agricultores familiares, são consideradas emergentes para a produção de café em sistema orgânico, a seleção de cultivares, o manejo da adubação e o controle de pragas e doenças, fundamentais para produzir em níveis razoáveis de produtividade e taxa de retorno satisfatório.

2.9 Pragas e Doenças

De acordo com Altieri e Nicholls (2000), as comunidades de plantas que têm sido modificadas para atender às necessidades especiais de alimentos e fibras aos seres humanos são altamente suscetíveis a danos causados por pragas. E geralmente, quanto mais modificada for a comunidade vegetal mais abundantes e graves serão as pragas (ALTIERI, 1994 *apud* ALTIERI & NICHOLLS, 2000). Os extensos ambientes de monocultura geralmente compostos por plantas geneticamente idênticas, que foram selecionados devido à sua maior palatabilidade, são altamente vulneráveis aos herbívoros adaptados (PRICE, 1981 *apud* ALTIERI & NICHOLLS, 2000).

Nos ecossistemas naturais, é através de biomassa que os nutrientes são ciclados, é dela que se alimentam as complexas teias de vida que controlam as populações de cada espécie, impedindo sua transformação em praga (KHATOUNIAN, 2001). Os ditames da agricultura convencional baseados na

utilização de agrotóxicos e adubos químicos alteram as populações dos inimigos naturais, favorecendo o surgimento das pragas.

De acordo com Khatounian (2001), o emprego sistemático de agrotóxicos induz o desenvolvimento de resistência por parte dos fitófagos ou patógenos, o que acaba exigindo dosagens crescentes desses produtos.

Somente num agroecossistema mais complexo e diversificado poderá existir potencial para interações benéficas; essa diversificação conduz a modificações positivas nas condições abióticas e atrai populações de artrópodes benéficos, regulando assim, a população de pragas (GLIESSMAN, 2000). Somente um por cento de todas as espécies de insetos é qualificado como prejudiciais ao homem, em contraste muitos insetos são benéficos, já que eles atuam como inimigos naturais de espécies pragas e podem ser utilizados dentro de programas de controle biológico (PULZ et al, 2007).

Uma vasta literatura mostra que sistemas agrícolas diversificados podem reduzir a incidência de praga e/ou aumentar a atividade dos inimigos naturais (AGUIAR-MENEZES, 2004). A eliminação dos inimigos naturais resulta em surtos ainda maiores e no surgimento de novas pragas (KHATOUNIAN, 2001).

Assim, segundo o mesmo autor, na perspectiva de sustentabilidade, a sanidade vegetal exige outro padrão tecnológico no manejo dos agroecossistemas, que não estimulem o desenvolvimento de resistência nas pragas e doenças e que não perturbem os processos de controle naturais.

Pouco estudo tem sido realizado a respeito dos efeitos da diversidade vegetal nas populações de insetos. Esse conceito está amplamente baseado em evidências de que esses sistemas mais complexos são mais sustentáveis, e com maior conservação de recursos naturais. Contudo, um aspecto na diversidade vegetal bem claro é que, a composição das espécies é mais importante que o número de espécies, porém o desafio é identificar a correta composição que proporcionará, por meio dos sinergismos biológicos, os serviços ecológicos-chaves, tais como o controle biológico, ciclagem de nutrientes e a conservação do solo e água (MENESES & MENESES, 2005).

Portanto, se a simplificação dos cultivos é uma das causas do problema de pragas, pode-se deduzir que o equilíbrio natural de suas populações é

restabelecido por meio da adição ou promoção da biodiversidade vegetal, desde que sejam desenvolvidos arranjos adequados, que assegurem a regulação natural das populações de insetos, tanto as pragas quanto os benéficos (MENESES & MENESES, 2005).

Segundo Martins (2003), os agricultores da América Central, que possuem cultivos arranjados em estruturas e diversidade que imitam as florestas tropicais, mantendo o maior índice de diversidade possível, conseguem diminuir as ameaças das condições instáveis (como pragas), enquanto obtêm uma fonte de renda e nutrição estável e aumentam os retornos sob níveis baixos de tecnologia.

Assim como o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, a incidência das principais pragas e doenças na cafeicultura também é influenciada por fatores climáticos, principalmente a temperatura e precipitação. Outros fatores tais como manejo da lavoura, nutrição e carga pendente são importantes para a prevenção à ocorrência de pragas e doenças no cafeeiro. Dessa maneira, o monitoramento das condições climáticas, associado aos levantamentos de incidência de pragas e doenças, pode ser uma importante ferramenta de auxílio visando tomada de decisão em lavouras cafeeiras e minimizar prejuízos decorrentes das condições meteorológicas adversas (CIIAGRO/IAC, 2007).

De acordo com Altieri (1989), o manejo integrado de pragas e doenças era utilizado para atenuar os impactos das substâncias tóxicas no ambiente e foi considerado uma das primeiras respostas da agroecologia aos problemas ocasionados pela modernização da agricultura nos EUA.

2.9.1 Pragas do cafeeiro

2.9.1.1 Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*)

O bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), é considerado, atualmente, como a principal praga do cafeeiro no Brasil, em razão da sua ocorrência generalizada nos cafezais e também prejuízos quantitativos e econômicos causados por esse inseto na produção de café (Souza et al., 1998). Na maioria das regiões brasileiras onde se pratica a cafeicultura, o bicho mineiro é considerado a

praga mais danosa ao cafeeiro e por esta razão, uma grande atenção tem sido dada à sua ocorrência (LOPES et al., 2006).

O bicho-mineiro (*Perileuoptera coffeella*) é uma praga exótica, tendo como região de origem o continente africano, e a sua presença foi constatada no Brasil a partir de 1951, quando aqui entrou, provavelmente através de mudas de café provenientes das Antilhas e da Ilha de Bourbon. É uma praga monófaga, atacando somente o cafeeiro e se manifestava em surtos esporádicos, sendo explicado por alguns autores como um desequilíbrio entre os parasitos do inseto (RENA et al., 1986).

O bicho-mineiro adulto é uma pequena mariposa branco-prateada, que possui hábitos noturnos. Cada mariposa põe, em média, 36 ovos em um período de até 25 dias, sendo pequena a longevidade da fase adulta (média de 15 dias). Os ovos são colocados na parte superior da folha, após sua eclosão, as lagartas penetram no limbo foliar, onde se alimentam do tecido entre as epidermes. Essa área destruída seca e forma lesões ou manchas de cor marrom, conhecidas como “minas”, dando o nome à praga como bicho-mineiro ou minador das folhas (MATIELLO et al., 2005).

De acordo com Reis et al. (2002), as lesões causadas pelas lagartas do bicho-mineiro nas folhas, reduzem a capacidade de fotossíntese em função da redução da área foliar e, se o ataque for intenso, ocorre desfolha da planta, de cima para baixo, devido à distribuição da praga. Em geral, as plantas que sofrem intenso ataque do bicho-mineiro apresentam, principalmente, o topo completamente desfolhado, podendo, no entanto, sofrer desfolha total. Em consequência da desfolha, há redução da produção e da longevidade dos cafeeiros. Lavouras intensamente desfolhadas pela praga podem levar até dois anos para se recuperar.

Reis et al. (1976) *apud* Reis et al. (2002), constataram no Sul de Minas uma redução na produção de café da ordem de 52% , devido a uma desfolha de 67% no mês de outubro, em consequência do ataque do bicho-mineiro, ocasião em que ocorreu a maior florada daquele ano. Posteriormente, Reis e Souza (1996) *apud* Reis et al. (2002) também constataram altos prejuízos, relatando uma redução na produção entre 34,3% e 41,5%. Maior prejuízo, de

aproximadamente 72% de redução na produção, foi observado na cafeicultura do Cerrado mineiro em 1978, região quente e favorável à praga (REIS et al., 2002).

Estudo recente correlacionou nutrição vegetal com a suscetibilidade (resistência) dos cafeeiros ao bicho mineiro. Theodoro (2007), constatou que a adubação orgânica afeta a produção de açúcares solúveis totais na folha do cafeeiro, e o farelo de mamona promove um menor acúmulo de açúcares solúveis totais na folha, o que possivelmente concorre para um aumento da resistência da planta ao ataque do bicho-mineiro.

Caixeta et al. (2002), verificaram o efeito da nutrição nitrogenada e potássica sobre o ataque do bicho-mineiro em mudas de cafeeiro, variedade Catuaí Vermelho IAC 99. Tais autores, concluíram que o aumento da disponibilidade de N favorece o ataque do bicho-mineiro.

O estado fisiológico e características de crescimento do cafeeiro, em função de sua nutrição, também podem estar relacionados com o ataque de bicho-mineiro (NESTEL et al., 1994 *apud* CAIXETA et al., 2004).

A adequada nutrição nitrogenada e o excesso de potássio aumentam a intensidade de ataque do bicho-mineiro ao cafeeiro (CAIXETA et al., 2004). O aumento nos teores de proteínas e decréscimo nos teores de lignina, amido e açúcares solúveis totais estão relacionados com maior intensidade de ataque do bicho-mineiro (CAIXETA et al., 2004).

O bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Meneville, 1842) (Lepidóptera: Lynotiidae) é talvez a principal praga do cafeeiro na atualidade, principalmente nas regiões de temperaturas mais elevadas e de maior déficit hídrico (Reis; Souza, 1986 *apud* Reis et al., 2002).

Cafeeiros plantados em espaçamentos adequados para alta tecnologia propiciam melhores condições para o ataque do bicho mineiro, ao contrário da broca-do-café que se desenvolve bem em condições de maior insolação e baixa umidade do ar (Reis et al., 2002).

Segundo Reis e Souza (1986) *apud* Reis et al. (2002), as condições do tempo que influenciam negativamente a população da praga são a precipitação

e a umidade relativa, ao contrário da temperatura que exerce influência positiva. De acordo com Hagggar e Staver (2001), cafeeiros conduzidos a pleno sol são mais afetados pelo bicho-mineiro do que os sombreados.

A associação de cafeeiros com espécies arbóreas pode significar uma diversificação da fonte de renda do produtor, além de apresentar outros benefícios tais como: proteção contra geadas, redução da bienalidade e, portanto, maior estabilidade da produção, redução da incidência de plantas daninhas, do bicho-mineiro (CAMPOE et al., 2003a e b *apud* RIGHI, 2005), e da seca dos ponteiros (LUNZ et al., 2004 *apud* RIGHI, 2005).

De acordo Reis et al. (2002), a ocorrência do bicho-mineiro está condicionada a diversos fatores, dentre eles os fatores climáticos, principalmente temperatura e chuva principalmente; condições da lavoura, como lavouras mais arejadas têm maior probabilidade de ser atacadas; presença ou ausência de inimigos naturais (parasitóides, predadores e entomopatógenos).

Segundo Souza et al. (1998) *apud* Martins (2003), deve-se considerar, para início do controle dessa praga, 20% ou mais de folhas minadas no terço superior (local de coleta de folhas) ou 30% ou mais de folhas minadas nos terços médio e superior (locais de coletas de folhas) dos cafeeiros. Considerando-se folhas minadas com minas intactas, de qualquer tamanho.

De acordo com Martins (2003), possivelmente um eficiente controle do bicho-mineiro nos agroecossistemas poderá resultar em um significativo aumento na produtividade. A autora ressalta que os produtores de café orgânico de Poço Fundo utilizam diversos defensivos alternativos para controlar o ataque do bicho-mineiro, porém poucos produtores obtêm sucesso com o uso de tais produtos. Portanto, há necessidade de pesquisas na área que averiguem melhor o efeito dos produtos alternativos no controle de pragas do cafeeiro, uma vez podem representar riscos toxicológicos ao homem e aos insetos benéficos à cultura do café.

Existem diversas tentativas de controle do bicho-mineiro em agroecossistemas cafeeiros sob manejo orgânico, tais como controle cultural (quebra-ventos ou arborização), resistência genética; controle por

comportamento (feromônio sexual), controle por extratos vegetais (inseticidas botânicos), controle biológico (predadores, parasitóides e entomopatógenos) e controle por biofertilizantes (MARTINS, 2003).

2.9.1.2 Broca-do-café (*Hypothenemus hampei*)

Segundo Pimenta e Vilela (1999), entre os principais problemas fitossanitários da cultura, além do bicho-mineiro, da ferrugem, a broca do café (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera -Scolytidae) (Ferrari,1867) constitui-se, sem sombra de dúvida, na mais importante praga para os cafezais em determinadas regiões já que podem atacar os frutos verdes, chumbinhos, maduros ou cerejas, e até mesmo secos e armazenados.

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), foi introduzida no Brasil e é considerada praga-chave da cultura do cafeeiro (SOUZA & REIS, 1993 *apud* Fanton, 2001). No Brasil, a broca foi introduzida em São Paulo, provavelmente em 1913, em partidas de sementes importadas da África e de Java (SOUZA & REIS, 1997). Segundo os autores, de 1913 a 1922-1924, o inseto disseminou-se por muitos cafezais de Campinas, espalhando-se, posteriormente, por vários municípios vizinhos.

Devido o cafeeiro ter como região de origem o continente africano, a broca-do-café, geralmente, introduzida acidentalmente nas regiões produtoras, não possuem inimigos naturais como no seu local de origem, agravando os danos causados (LE PELLEY, 1968).

A broca-do-café é uma das pragas que provoca maiores prejuízos à cafeicultura, pois, atacando os frutos, afeta diretamente a produção (Nakano et al., 1976 *apud* Ferreira et al., 2003). Para Paulini e Paulino (1979) *apud* Lucas (1986), a broca do café era o principal problema fitossanitário das lavouras de café Conilon (*Coffea Canephora*), no Espírito Santo. E é consenso geral que o ataque da praga é bem mais sério nesta espécie do que nas variedades de café arábica, pois os frutos de Conilon possuem exocarpo e endocarpo mais delgados e mesocarpo menos aquoso que os frutos de *Coffea Arábica*, permitindo uma maior facilidade de penetração do inseto (Lucas, 1986).

Dependendo do nível de infestação, os prejuízos podem chegar a 21%, somente pela perda de peso (SOUZA & REIS, 1980 *apud* FERREIRA, 2003). Além disso, a qualidade do café fica prejudicada, uma vez que as porcentagens de grãos brocados e quebrados aumentam proporcionalmente ao aumento da infestação da praga, resultando num produto de tipo e valor comercial inferior, pois, para cada cinco grãos brocados e/ou quebrados encontrados na amostra, o lote de café correspondente é penalizado com um defeito no sistema de classificação (TOLEDO 1947/1948; IBC, 1985 *apud* FERREIRA, 2003).

A alta incidência de uma praga em determinada cultura pode estar indicando erros de manejo, como, por exemplo, uso de cultivares inadequadas para a região, aplicação de altas doses de agroquímicos, uso irracional de inseticidas e muitos outros fatores, especialmente intoxicação das plantas com agrotóxicos (CHABOUSSOU, 1987), e o ressurgimento e surto de pragas, apesar de repetidas aplicações (GUEDES, 1999; FRAGOSO, 2000 *apud* THEODORO, 2007). Em sistemas orgânicos, tem-se como método preventivo o controle cultural por meio da realização de uma colheita bem feita dos frutos, que se constitui em um dos métodos mais eficientes para o controle da broca-do-café (REIS et al., 2002).

Segundo Martins (2003), o clima pode afetar a ocorrência da broca-do-café. As chuvas influenciam direta ou indiretamente a intensidade de infestação desse inseto praga. A ocorrência de chuvas em épocas anormais pode prejudicar a colheita, aumentando a quantidade de café caído no solo que servirá de alimento para a sobrevivência da broca na entressafra. Nessa fase, a umidade relativa do ar influi positivamente na intensidade de infestação da broca-do-café, isto é, inverno úmido com muito orvalho, favorece a sua sobrevivência. Dessa forma, de acordo com Souza e Reis (1997), o sombreamento denso e os espaçamentos muito fechados (lavouras adensadas) possivelmente podem favorecer a broca-do-café pela redução da luminosidade e manutenção de maior teor de umidade no cafezal. Segundo Le Pelley (1968), espera-se que os danos provocados pela broca-do-café sejam maiores em temperaturas mais elevadas, pois o ciclo dessa praga é mais curto,

sendo assim, as altitudes mais elevadas são desfavoráveis à broca-do-café por apresentarem menores índices de temperaturas.

De acordo com Baker et al. (1992), o índice pluviométrico é considerado fator essencial para que adultos da broca-do-café deixem os frutos em que se abrigaram na entressafra e colonizem os chumbinhos (frutos) da safra seguinte, pois umidade relativa abaixo de 90% impossibilita a saída dos adultos da praga dos frutos (BAKER et al., 1992). Inverno seco com baixa umidade relativa do ar desfavorece a sobrevivência da broca e o inverno úmido, com muito orvalho nas lavouras, favorece a sua sobrevivência, pois mantém os frutos úmidos (SOUZA & REIS, 1997). Com relação à preferência da broca-do-café quanto ao seu “habitat”, Toledo et al. (1947) *apud* Lucas (1986), verificaram que a broca-do-café no período das chuvas, vive de preferência nos frutos pendentes. No período das secas, por falta de umidade, ela procura novos ambientes, principalmente os frutos caídos que são mais úmidos.

Gallo (1967) *apud* Lucas (1986), estudando a influência do sombreamento na produção e porcentagem de infestação da broca nos cafeeiros, concluiu que os lotes sombreados e não sombreados não diferiram estatisticamente entre si com relação à produção. Por outro lado, ainda segundo Gallo (1967) e Haarer (1964) *apud* Lucas (1986), a infestação da broca-do-café ocorreu com maior incidência em cafeeiros sombreados.

De acordo com Martins (2003), o controle cultural da broca-do-café constitui-se talvez no mais eficiente método de controle. Os cafeeiros devem ser plantados em espaçamentos que permitam um maior arejamento e penetração da luz, a fim de propiciar baixa umidade do ar em seu interior, condições que são desfavoráveis à praga. A colheita deve ser muito bem realizada, evitando-se que fiquem frutos nas plantas e no chão, nos quais a broca poderá sobreviver na entressafra. Após a colheita, caso tenham ficado muitos grãos nas plantas e no chão, é recomendável fazer o “repasso” ou catação dos frutos remanescentes da colheita (REIS et al., 2002).

Souza et al. (2007), recomendam aos cafeicultores monitorar a broca, independente das lavouras serem irrigadas ou não, por talhões, em todas as regiões cafeeiras de Minas Gerais, objetivando conhecer melhor essa praga e

determinar, no campo, a necessidade de seu controle. O monitoramento deve ser realizado mensalmente em talhões uniformes de janeiro a março/abril, ou até quinzenalmente, se tiver disponibilidade de mão-de-obra, por meio da visualização dos frutos nos cafeeiros e uso de uma planilha, que depois de preenchida, permitirá calcular a porcentagem de frutos broqueados. Os danos provocados pela broca-do-café começam quando a infestação atinge valores de 3 a 5% ou acima de 5% (MORAES, 1997).

Segundo relatos de alguns produtores de café orgânico, no sul do Estado de Minas Gerais, o fato de suspender a utilização de agrotóxicos para combater pragas e doenças parece diminuir significativamente a infestação de broca-do-café nas lavouras (MARTINS, 2003). E de acordo com a autora, tal infestação a níveis que não justificam a aplicação de insumos alternativos para o controle, sendo a colheita bem realizada, com repasse, na lavoura, práticas eficientes para a redução da infestação. Daí pode-se afirmar a importância do monitoramento da broca nas lavouras cafeeiras como estratégia primordial no manejo ecológico da broca.

De acordo Souza et al. (2007), na colheita de café em 2007, muitos talhões, com pequena frutificação antieconômica, não foram colhidos. Se esses frutos, nesses talhões, não estavam broqueados, não ocorrerá infestação de broca na próxima safra. Por outro lado, se em outros talhões os frutos estavam broqueados e não foram colhidos, a grande estiagem observada em Minas Gerais até outubro resultou na seca acentuada desses frutos nos cafeeiros. Como consequência, praticamente todas as fases da broca presentes morreram, o que resultará numa baixa infestação dessa praga nas lavouras, na safra de 2007/2008. Mesmo com a ocorrência da broca, o que não deve acontecer, a grande frutificação da próxima safra diluirá sua infestação.

O controle da broca-do-café tem sido objeto de pesquisas visando aumentar a eficiência no seu controle por meio de inimigos naturais, notadamente após o conhecimento da resistência da broca ao endossulfan, o inseticida mais utilizado no controle químico dessa praga (BRUN et al., 1989). Apesar disso, Souza e Reis (1997), relatam que o controle biológico da broca não é realizado pelos cafeicultores. Segundo esses autores, a tentativa de

conseguir controlar biologicamente essa praga ocorreu em 1929, no estado de São Paulo, com a introdução, criação massal e liberação do parasitóide denominado vulgarmente como vespa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyidae). Mas a tentativa não possibilitou resultados satisfatórios e até hoje essa vespa é constatada no campo sem efetividade no controle.

Contrariamente, Fanton (2001), afirma que a vespa-de-Uganda, *P. nasuta*, pode infestar até 70% dos frutos brocados que permanecem nas plantas após a colheita. Configura-se assim num importante fator de redução da população inicial de broca-do-café que vai infestar a safra seguinte. Sua ocorrência em frutos coletados no solo foi insignificante, o que confirma que não explora frutos nessas condições. De acordo com Benassi (1989), também é possível controlar a broca-do-café utilizando o parasitóide *Cephalonomia stephanoderis*, vulgarmente conhecida como vespa-da-Costa-do-Marfim.

Existem alguns fungos entomopatogênicos que são promissores no controle biológico da broca, sendo que os mais conhecidos são o *Beauveria bassiana* e o *Metharizium anisopliae*. De acordo com Ticheler (1963), o *Beauveria bassiana* necessita de condições favoráveis para o seu desenvolvimento, que consistem em tempo nublado e alta umidade relativa (cerca de 80%). Assim, infere-se que os fungos entomopatogênicos teriam condições propícias para a sua propagação natural em ambientes sombreados. Acredita-se que a utilização de sistemas agroflorestais poderá permitir condições microclimáticas e ecológicas favoráveis à propagação natural dos entomopatogênicos.

Existem armadilhas para controle físico da broca-do-café, são elaboradas com etanol e feromônios para atrair as fêmeas das brocas. Pode-se adicionar óleo de café à armadilha de etanol a fim de melhorar sua atratividade (VILLACORTA et al., 2001).

Apesar dessas possibilidades de controle alternativo da broca (controle biológico clássico com parasitóides, aplicação de fungos entomopatogênicos e armadilhas), os métodos mais eficientes, ecologicamente corretos e economicamente viáveis se concentram no controle cultural e aumento da

biodiversidade funcional. O controle cultural consiste em iniciar a colheita nos talhões mais infestados, para isso, é importante a divisão da propriedade em blocos ou talhões e realização de monitoramento da praga. Além disso, realizar uma colheita bem feita, sem deixar frutos na planta e no chão e fazer o "repasso" da colheita, colhendo os frutos que sobraram no chão e na planta fazem parte do controle cultural e têm o objetivo de evitar uma reinfestação na próxima safra.

2.9.2 Doenças do cafeeiro

2.9.2.1 Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*)

A ferrugem do cafeeiro é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. e é considerada a principal doença desta cultura em todo o mundo. No Brasil, a ferrugem do cafeeiro foi constatada pela primeira vez em 1970, e hoje esta presente em todas as regiões produtoras do País, causando perdas que variam de 35 a 50% (ZAMBOLIM et al., 1997 *apud* SOUZA, 2008). Essas perdas podem variar de acordo com as condições climáticas da região, a suscetibilidade do cultivar utilizado e a carga dependente de frutos (CHALFOUN E ZAMBOLIM, 1985; ZAMBOLIM et al., 1997; CARVALHO e CHALFOUN, 1998 *apud* SOUZA, 2008).

O fungo *Hemileia vastatrix* ataca todas as variedades de café, porém, dentro do gênero *Coffea*, existem diferenças em relação à patogenicidade. A espécie *Coffea canephora* tem uma maior resistência e/ou tolerância enquanto que a *Coffea arabica* e a *Coffea liberica* são mais suscetíveis (CARVALHO et al., 2002).

Os principais danos causados por esse fungo são queda precoce de folhas e seca de ramos antes da época de florescimento do cafeeiro, o que resulta em diminuição da produção no ano seguinte (ZAMBOLIM et al., 1997; CARVALHO & CHALFOUN, 1998 *apud* SOUZA, 2008). Além das perdas de produtividade, segundo Carvalho et al. (2005), após anos de ataque, a ferrugem pode causar perdas de ramos laterais e menor longevidade das plantas. Um grande desfolhamento causará um baixo vingamento das flores, queda e chochamento dos frutos (CARVALHO et al., 2002).

Os vários fatores que determinam uma epidemia é a virulência do patógeno, a suscetibilidade ou a resistência das plantas, a densidade de plantio, o grau de enfolhamento, a carga pendente, o estado nutricional dos cafeeiros e, ainda, os fatores ligados ao ambiente, como temperatura, chuva, intensidade dos ventos, umidade relativa, molhamento foliar, luz, disponibilidade de nutrientes no solo etc. (CARVALHO et al., 2002).

Dentre os fatores do hospedeiro que influenciam a taxa de desenvolvimento da doença podem-se citar a densidade de plantio, o nível de resistência da variedade e a predisposição da cultura à alta produção (VALE et al., 2000). Em relação à resistência das plantas ao ataque da ferrugem, Martins et al. (2004), verificaram em lavouras para conversão do sistema de cultivo convencional para o orgânico em Poço Fundo/MG, que a cultivar Icatu (resistente à ferrugem) não atingiu o nível de controle. Já nos agroecossistemas plantados com cultivares suscetíveis à ferrugem, o nível de controle foi ultrapassado (superior a 5% de incidência), aumentando no ano de alta carga pendente.

O aumento do número de plantas, por unidade de área, altera o ambiente ao redor da planta, formando um microclima que interfere em outros fatores como: luminosidade, taxa de evaporação e ação dos ventos (JARAMILLO-ROBLEDO, 1996 *apud* CARVALHO et al., 2005). As condições de ambiente nesse sistema de plantio tornam-se plenamente favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem-do-cafeeiro (CARVALHO et al., 2005). No sistema de cultivo adensado ou arborizado, o microclima é plenamente favorável ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro (CARVALHO et al., 2005). De acordo com Guharay et al. (2001), os cafezais sombreados apresentam mais ferrugem do que os cultivados a pleno sol.

Dentre os fatores ambientais, a chuva e a temperatura são os mais importantes para o desenvolvimento da doença. A chuva propicia não somente umidade para a germinação dos esporos, mas também é fundamental para a dispersão deste (BOCK, 1962; CHALFOUN & SILVA, 1979; ACUÑA, 1996 *apud* VALE, 2000). De acordo os mesmos autores, a variação sazonal na

intensidade da doença tem sido relatada em função do padrão de distribuição da chuva na região.

Ward (1960) *apud* Souza (1980), foi o primeiro a realizar trabalhos sobre a biologia de *Hemileia vastatrix* em Paradeinya, no Ceilão, onde verificou que a germinação somente ocorria quando os esporos estavam em contato direto com a água e a penetração se processava através dos estômatos presentes apenas na superfície inferior da folha.

Quanto à chuva, vários autores têm demonstrado seu relevante papel sobre a disseminação e germinação dos esporos de ferrugem como Book (1962), Figueiredo (1977), Nutman (1960) e Roberts (1963) *apud* Souza (1980), nos quais a maioria deles comparando a ação do vento e da chuva como agentes disseminadores de ferrugem chegaram à conclusão de que a última se constitui no principal agente de disseminação da doença nas lavouras, sendo que apenas ventos com elevada velocidade (acima de 20 km/hora) seriam capazes de fazê-lo efetivamente.

De acordo Souza (1980), a ocorrência de períodos chuvosos condicionam o aparecimento de surtos de ferrugem durante o ano, sua falta em caso de longos períodos de estiagem, pode impedir a evolução da mesma. O fungo, agente causal da ferrugem, necessita de água livre, temperatura na faixa de 21° C a 23°C e ausência de luz direta, para germinação e penetração dos uredosporos pelos estômatos da folha (ALMEIDA, 1986 *apud* CARVALHO et al., 2002).

Flutuações sazonais na temperatura também influenciam a taxa de desenvolvimento da doença em certas regiões do país, onde as temperaturas são sempre menores que 15 °C, fator este que limita a germinação dos esporos (VALE, 2000).

A importância da temperatura durante o período de molhamento foliar no progresso da ferrugem do cafeeiro é reconhecida na literatura (KUSHALAPPA e ESKEES, 1989; MORAES, 1983, ZAMBOLIM et al., 1997, ZAMBOLIM et al., 2002 *apud* MEIRA et al., 2008).

O espaçamento entre as plantas é considerado um fator de interferência no progresso da ferrugem do cafeeiro, provavelmente influenciando as

condições microclimáticas dentro da lavoura (KUSHALAPPA e ESKES, 1989 *apud* MEIRA, 2008).

Segundo Souza (1980), além dos fatores climáticos, chuva e temperatura, a evolução da doença parece depender de determinadas condições do hospedeiro como grau de enfolhamento das plantas e idade das folhas, sendo esta última, discutida por vários autores como Burk (1887), Costa (1978), Nutman e Roberts (1963) e Rainer (1961) *apud* Souza (1980), onde a maioria deles afirma que folhas mais novas são menos sujeitas á infecção, possivelmente por serem mais lisas o que faz com que a água escorra delas mais facilmente.

De acordo com Souza (1980), em trabalho realizado na Zona da Mata demonstrou-se a importância do grau de enfolhamento das plantas sobre a evolução da doença, concluindo que sob condições de baixo enfolhamento das lavouras convencionais, a doença tem sua evolução retardada, não se justificando a adoção de medidas de controle antes do mês de janeiro. No entanto, muitos técnicos recomendam a realização do controle preventivo com cobre em lavouras orgânicas a partir do mês de dezembro.

A maioria das doenças que causar prejuízos à produção do cafeeiro tem a sua intensidade influenciada pelo desequilíbrio nutricional (FERNANDEZ-BORRERO, MESTRE e LOPEZ-DUQUE, 1966; SIDDIQI, 1970; SANTOS *et al.*, 1985; GODOY, BERGAMIN FILHO e SALGADO, 1997 *apud* TALAMINI *et al.*, 2001).

Os nutrientes fazem parte de um sistema complexo de reações interdependentes que constituem uma das medidas de controle a integrar um manejo do patossistema (POZZA, *et al.*, 2004). Ainda de acordo com os mesmos autores, existe também uma grande dependência com relação às características físicas e químicas dos solos, com as características de climas, com as fontes e quantidades dos nutrientes utilizados.

As principais mudanças proporcionadas pela nutrição mineral, responsáveis por alterar a intensidade de doenças são espessuras da parede celular e da cutícula, a manutenção dentro da célula de compostos solúveis, como açúcares simples e aminoácidos, variações na suberização, na silificação

e na lignificação dos tecidos, na síntese e no acúmulo de compostos fenólicos e no grau de abertura dos estômatos (POZZA, et al., 2004).

A remoção dos frutos de café no cultivar Mundo Novo pode reduzir em até 50% a incidência da ferrugem (Mariotto et al., 1974 *apud* Costa et al., 2006). O aumento na susceptibilidade das plantas em fase de produção é comprovado pela observação do desenvolvimento natural da ferrugem em plantas com e sem frutos presentes lado a lado na fileira (COSTA et al., 2006). Segundo Zambolim et al. (2002) *apud* Meira et al. (2008), quanto maior a produção do cafeeiro maior a incidência e severidade da ferrugem.

Nas lavouras em fase de formação, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) não provoca perdas. O aumento na intensidade dessa doença ocorre após as primeiras produções do cafeeiro (CHALFOUN, 1997 *apud* TALAMINI et al., 2001). Embora a ferrugem possa infectar os cafeeiros em todas as idades, observa-se que, no campo, a incidência é menor em plantas novas ainda sem produção ou em cafeeiros recepados (CARVALHO et al., 2002). Segundo o mesmo autor, as condições fisiológicas das plantas e as condições do ambiente no campo (sombreamento, temperatura e molhamento da superfície foliar) são desfavoráveis à doença.

O progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Br.) do cafeeiro em condições de campo está relacionada com a fase de frutificação da planta (ESKES & SOUZA, 1981; MANSK & MATIELLO, 1984 *apud* COSTA et al., 2006). Em anos de baixa produção e enfolhamento, os níveis de severidade da ferrugem atingem valores mais baixos, em contraste com valores de severidade acima de 50% em anos de alta carga de frutos e maior enfolhamento (ZAMBOLIM et al., 1992 *apud* COSTA et al., 2006).

Existe uma correlação positiva entre a produção de grãos e a incidência da ferrugem do cafeeiro (ORTOLANI, 1973 *apud* COSTA et al., 2006). A incidência da doença é maior nos anos de alta produção devido, provavelmente, a uma alteração na resistência da planta pelo desequilíbrio nutricional. De acordo com os autores, o aumento na susceptibilidade das plantas em fase de produção é comprovado pela observação do

desenvolvimento natural da ferrugem em plantas com e sem frutos presentes lado a lado na fileira.

O aumento da suscetibilidade do cafeeiro à ferrugem em função da produção também foi demonstrado em estudos de laboratório, em discos de folhas obtidos de ramos produtivos. O período latente foi reduzido e o número de pústulas foi maior do que nos discos de folhas oriundos de ramos pouco produtivos (ZAMBOLIM et al., 1992 *apud* COSTA et al., 2006). Sabendo que a relação fonte (áreas de produção) e dreno (áreas de intenso metabolismo ou armazenamento) afetam seriamente a formação dos frutos (TAIZ & ZEIGER, 2000 *apud* COSTA et al., 2006), qualquer modificação nos teores foliares de macro e micronutrientes além de carboidratos de plantas de cafeeiros em fase de produção podem tornar as folhas suscetíveis à ferrugem.

Dessa forma, danos causados por doenças que afetam os cafeeiros devem ser evitados, utilizando-se esquemas que envolvem a integração de medidas, tais como, métodos de prevenção para evitar ou atenuar a incidência de doenças; monitoramento das doenças; determinação de possíveis correlações entre patógenos, hospedeiro e ambiente; seleção de produtos menos tóxicos ao ambiente de cultivo e aplicadores; possibilidade de medidas integradas de controle e controle simultâneo de mais de uma doença, inclusive as de caráter não infeccioso, deficiências e/ou desequilíbrios nutricionais (CARVALHO et al., 2005).

Dentre as opções de manejo fitossanitário na produção orgânica, citam-se o uso de extratos vegetais possuidores de substâncias bioativas, capazes de atuarem como indutores de resistência às doenças em plantas (SANTOS et al., 2007).

Estudo realizado por Santos et al. (2007), sobre a ferrugem em cafeeiros pulverizados com extrato aquoso de casca de fruto de café e extrato aquoso de folhas de café com ferrugem demonstrou uma menor incidência em comparação à testemunha pulverizada com água ($P=0,0327$) e semelhança à testemunha pulverizada com Viça-café, ao VLA e ao Ecolife.

É importante que sejam conhecidos os índices de incidência e a evolução da doença através da Curva de Evolução e do Monitoramento, para

que possam ser aplicadas as medidas culturais e/ou controles alternativos, que visem reduzir a doença a níveis economicamente aceitáveis (CARVALHO et al., 2005).

O monitoramento ou o acompanhamento da ferrugem nos cafezais possibilita avaliar a intensidade da doença através da incidência ou severidade dos sintomas ou sinais, permitindo registrar sua evolução por meio da curva de progresso da doença e, dessa forma, estabelecer um programa de manejo eficiente, que evite danos econômicos à cultura, devido aos altos índices da doença (CARVALHO et al., 2002).

Segundo Carvalho et al. (2005), as estratégias de controle da ferrugem se constituem em adubações equilibradas; utilização de linhagens resistentes ou tolerantes; desbrotas, evitando o excesso de hastes e conseqüentemente o auto-sombreamento; podas periódicas; espaçamentos mais largos na entrelinha; cultivo de cultivares suscetíveis à doença em sistemas sombreados ou arborizados.

Utilizar variedades resistentes ou tolerantes à ferrugem é, sem dúvida, a melhor opção de controle da doença em qualquer sistema de cultivo (adensado, orgânico) e tamanho de propriedade, principalmente para o cafeicultor familiar, por apresentar menor custo, sem causar danos ao meio ambiente e ao homem (Carvalho et al., 2005).

O cultivo do cafeeiro no sistema orgânico, em que o controle de doenças deve ser feito basicamente por meio de medidas preventivas, a utilização de uma cultivar resistente e que seja adaptada ao ambiente local consiste em uma das melhores alternativas de controle da ferrugem (KIMEMIA; NJOROGÉ, 1994 *apud* CARVALHO et al., 2002), combinada com outras medidas, para reduzir os danos que essa doença pode causar aos cafeeiros.

2.9.2.2 Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk e Cook)

Dentre os principais problemas enfrentados pela cafeicultura destacam-se a ferrugem e a cercosporiose. De acordo com Botelho (2006), além de afetar a qualidade dos grãos, tais patologias são responsáveis por perdas estimadas em até 30% da produção.

Carvalho et al. (2005), citam que na Colômbia a cercosporiose é considerada a principal enfermidade dos cafeeiros por ser amplamente distribuída e ocasionar as maiores perdas na produção. Segundo os mesmos autores, no Brasil, pode ser considerada a segunda doença mais importante, pois causa perdas de 15% a 30% na produtividade do cafeeiro. A doença é também conhecida como mancha circular, mancha parda ou olho de pombo, presente de forma endêmica em quase todas as regiões do país (GODOY et al., 1997).

Os sintomas característicos que conferiram essas denominações à doença são manchas circulares de coloração castanho-clara a escura, com o centro branco-acinzentado, quase sempre envolvido por um halo amarelado (Carvalho et al., 2005). Segundo Carvalho e Chalfoun (2008), podem ocorrer variações nos sintomas descritos, como aquele onde ocorre a ausência do halo amarelado, denominada em algumas regiões como "cercospora negra".

As folhas atacadas caem rapidamente, ocorrendo desfolha e seca de ramos. Os frutos podem ser infestados, ocasionando depreciação da qualidade da bebida (EMBRAPA, 2007). É relatado que nas regiões altas do Estado do Espírito Santo, a partir de 1971, ocorreram ataques intensos da doença no campo, chegando a causar perdas na produção de 30% (CARVALHO e CHALFOUN, 2008).

A incidência da cercosporiose é influenciada pela nutrição, fatores ambientais como excesso de insolação e baixos níveis de água no solo, o que predispõe as plantas à doença (CARVALHO e CHALFOUN, 1998 *apud* TALAMINI et al., 2001). De acordo Carvalho e Chalfoun (2000), há uma grande relação entre a incidência da cercosporiose, a nutrição mineral das plantas e os fatores climáticos.

Além das condições climáticas, excesso de insolação e déficit hídrico, a umidade relativa alta e temperaturas amenas favorecem a doença (CARVALHO et al., 2005). Ainda o mesmo autor afirma que, ao contrário do que ocorre com a ferrugem, a incidência da cercosporiose é menor nos plantios adensados. Da mesma forma, em cultivos sombreados ou arborizados, usados

nos sistemas agroflorestais, a menor incidência da cercosporiose soma-se com vantagem (CARVALHO et al, 2005).

A falta de umidade do solo pode condicionar a planta à menor absorção de nutrientes, tornando-a debilitada e mais suscetível à infecção por *C. coffeicola* (TALAMINI et al., 2001). Carvalho e Chalfoun (1998) *apud* Talamini et al. (2001), também observaram maiores prejuízos em mudas e plantios novos, principalmente em regiões com deficiência hídrica.

Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque (1966) *apud* Talamini et al. (2001), observaram baixa incidência da cercosporiose em lavouras com fertilização equilibrada. Os mesmos autores constataram maior suscetibilidade à doença, em plantas deficientes em nitrogênio. Pozza (1999) *apud* Talamini et al. (2001), observou através de pesquisas, maior intensidade da cercosporiose em condições de desequilíbrios nutricionais, principalmente com relação aos teores de nitrogênio e potássio.

O desequilíbrio nutricional entre o potássio e o cálcio torna severa a ocorrência da cercosporiose em cafeeiros, no sistema convencional (CARVALHO & CHALFOUN, 1998; POZZA et al., 2001; GARCIA JÚNIOR et al., 2003 *apud* SANTOS et al., 2008), adubados com fontes minerais prontamente solúveis ou sob irrigação (TALAMINI et al., 2001 *apud* SANTOS et al., 2008).

Em cafeeiros conduzidos no sistema orgânico, a mineralização e a lenta liberação de nutrientes podem promover o desequilíbrio nutricional temporário durante o ciclo produtivo, o que favorece o progresso da cercosporiose e da ferrugem (SANTOS et al., 2008). Embora esse sistema utilize práticas de manejo, responsáveis por favorecer a expressão dos mecanismos de defesa das plantas, e embora favoreçam as populações de inimigos naturais dos patógenos (BRUGGEN, 1995 *apud* SANTOS et al., 2008), algumas vezes essas práticas não são suficientes para impedir epidemias em cultivares suscetíveis. Por isso, acredita-se que um conjunto amplo de práticas agroecológicas seja necessário para o controle ecológico das doenças.

Em lavouras de café orgânico em Minas Gerais, Martins et al. (2004) *apud* Santos et al. (2008), registraram incidência de cercosporiose acima de

59%. Relatos como esses são reconhecidos, por técnicos e cafeicultores, como o principal ponto de estrangulamento na produtividade do cafeeiro orgânico (SANTOS et al., 2008).

De acordo com Carvalho e Chalfoun (2008), os frutos também podem ser infectados pela cercóspora e, neles, as lesões são mais freqüentes quando estão próximos da maturação. Ainda os mesmos autores afirmam que os frutos, quando atacados no estágio ainda verde e verde cana, amadurecem precocemente iniciando por um avermelhamento a partir da lesão.

Viveiros de mudas de cafeeiros instalados em baixadas úmidas, sem proteção de ventos frios ou excesso de insolação, estarão sujeitos a maior ataque de doença (CARVALHO & CHALFOUN, 2008). Os substratos pobres em matéria orgânica, sem as devidas correções químicas ou feitas em relações desequilibradas, utilizando solos com textura inadequada, podem predispor as mudas ao ataque da cercosporiose (CARVALHO & CHALFOUN, 2008).

Em lavouras adultas, além das condições climáticas e a nutrição deficiente e desequilibrada já citadas, solos argilosos, arenosos ou compactados, sistema radicular deficiente e pião torto são fatores que favorecem o desenvolvimento da doença (CARVALHO & CHALFOUN, 2008).

A cercosporiose pode ser eficientemente controlada em plantios sombreados (SAMAYOA-JUÁREZ & SÁNCHEZ-GARCIA, 2000). Assim, uma das maneiras de realizar o controle ecológico da doença é através da utilização de quebra ventos no entorno dos talhões de café, da arborização entre as linhas de cultivos e de sistemas agroflorestais. A calda bordalesa ou viçosa pode ser uma alternativa de controle aos agricultores que estão em processo de transição agroecológica, sendo recomendado pulverizações na concentração de 1,5% a cada 20 dias. Práticas culturais que aumentem a porosidade e matéria orgânica do solo, bem como nutrições equilibradas auxiliarão na efetividade do controle ecológico.

2.10 O solo no contexto da cafeicultura sustentável

O solo é um recurso natural renovável de grande importância, e como base de um ciclo orgânico é pré-requisito para a existência da vida. A ação dos

microorganismos na superfície e no interior do solo, decompondo a matéria orgânica, é uma condição fundamental para a fertilidade do solo (ROCHA, 2008). E a fertilidade do solo pode ser mantida ou recuperada somente por meio da manutenção da matéria orgânica promovida pelos processos ecológicos, aportes de biomassa e maximização da ciclagem dos nutrientes.

No passado, os cafeicultores realizaram uma trajetória quase que itinerante à procura de novas terras para a cafeicultura. O professor e pesquisador Kiehl (1985), um dos maiores especialistas na área de matéria orgânica dos solos, enfatiza que o motivo dessa migração da cultura cafeeira dava-se à procura do húmus do solo. De acordo o autor, os agricultores não permaneciam em suas propriedades, que já possuíam estruturas instaladas, porque o depauperamento dos solos, causado pelas culturas e erosão da camada superficial do solo (horizonte com maior concentração de nutrientes e matéria orgânica) influenciava negativamente a produção de café.

Sistemas de manejo ecológico utilizam cobertura máxima do solo, com plantas vivas ou com cobertura morta, com o objetivo de proteger a superfície do solo da intensa radiação solar, evitando a queima da matéria orgânica do solo, reduzindo a amplitude térmica da superfície, a perda de água por evaporação, o impacto das gotas de chuva sobre a superfície e a velocidade do escoamento superficial do excesso de água das chuvas (FEIDEN, 2001). O desconhecimento desses fatores ecológicos e edafoclimáticos colaboram com perda da fertilidade dos solos.

A adição de matéria orgânica ao solo, quando favorece a sua bioestrutura é uma medida de aumentar a saúde vegetal, não somente porque melhora a estrutura grumosa, mas por contribuir com a diversificação da microvida e fauna terrícola (PRIMAVESI, 2006). Além de promover o maior acúmulo de nutrientes na zona de concentração das raízes das plantas, a matéria orgânica possibilita a importante manutenção da água no solo.

Em solos com entomofauna ativa e diversificada a produção de húmus de alta qualidade é maximizada, promove-se o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), e conseqüentemente, o aumento da fertilidade do sistema. Assim, aponta-se como medida relevante no manejo do solo a

disponibilização de biomassa para formação da matéria orgânica que irá suprir e manter a vida no sistema edáfico. Evitar práticas como aração, aplicação de adubos sintéticos, principalmente os sais, queimadas e solo descoberto contribuem com o manejo sustentável dos solos.

Medidas em prol da manutenção e conservação dos solos em regiões tropicais são necessárias e praticamente obrigatórias, pois diante das nossas condições edafoclimáticas, as elevadas taxas de mineralização da matéria orgânica, a baixa capacidade de manutenção dos nutrientes e altos índices de lixiviação afeta negativamente os solos tropicais. A agricultura brasileira adotou diversas tecnologias oriundas de outros países sem levar em consideração as diferenças edafoclimáticas e ecológicas impostas pela geografia. Os sistemas de preparo de solo originários de países com condições temperadas em nossa realidade se tornaram a causa de desagregação da estrutura do solo, adensamento ou compactação de camadas subsuperficiais, encrostamento superficial, queima acelerada da matéria orgânica, e, em consequência, provocando erosão acelerada (FEIDEN, 2001).

Do solo, vegetais e animais retiram elementos e substâncias para a nutrição, utilizam material para proteção, encontram habitats e nichos realizam um contínuo processo dinâmico e harmonioso intercambiando matéria e energia, propiciando uma constante reciclagem de elementos minerais (ROCHA, 2008). Na atual crise energética vivenciada no planeta, os processos de reciclagem de nutrientes são essenciais para a manutenção da viabilidade biológica e econômica dos agroecossistemas, além de configurarem uma alternativa ecologicamente viável e economicamente obrigatória aos agricultores. O uso constante dos fertilizantes sintéticos evidencia a alta dependência a esses recursos energéticos e a fragilidade dos solos em questão.

A viabilidade econômica da cafeicultura orgânica está atrelada ao bom manejo do solo, e para isso, o manejo correto do agroecossistema é primordial. O reaproveitamento dos subprodutos como as cascas de café, os resíduos vegetais das podas do cafeeiro e as águas residuárias, além dos subprodutos da pecuária (estercos) e de outros cultivos, se bem manejados, poderão

retornar para as lavouras na forma de adubo orgânico. Essa integração dos subsistemas da propriedade, além de diminuir os custos de produção, representa uma medida essencial para o aumento da autonomia do agricultor. Dessa maneira, o suprimento de matéria orgânica no solo é realizado e as possibilidades de infestação dos cultivos por pragas e doenças e de contaminação do meio ambiente são restringidas.

Para Guimarães et al. (2002), o manejo dos resíduos vegetais é, sem dúvida, a fonte mais acessível e econômica de matéria orgânica, devido à capacidade de retornar ao solo uma grande quantidade de carbono orgânico. Além de reduzir as perdas dos nutrientes pelos processos de erosão e lixiviação.

De acordo com Feiden (2001), para evitar o escoamento superficial da água e a erosão, o plantio deve ser feito em nível, sendo que poderão ser feitos terraços de base estreita, cobertos de vegetação permanente ou mesmo culturas arbóreas, que terão o efeito adicional de sombreamento, quebra-ventos e barreiras ao deslocamento de pragas e propágulos de doenças. Também se deve restringir a implantação de práticas mecânicas que exijam grandes movimentações de solo.

Segundo Guimarães e Lopes (1986), a matéria orgânica adicionada ao solo possui diversas funções de notória importância ao sistema edáfico. Melhora sua estrutura, reduz sua plasticidade e coesão, diminui os extremos de temperatura, atua na manutenção de umidade, aumenta a CTC e o seu poder tampão, disponibiliza diversos nutrientes, principalmente N, S, B. Além disso, representa a principal arma no combate às pragas e doenças devido à nutrição equilibrada fornecida aos vegetais.

De acordo Primavesi (2006), a palha superficialmente incorporada possibilita a fixação de nitrogênio atmosférico por bactérias de vida livres, consorciadas com as bactérias celulolíticas, decompositoras da palha além de servirem de cobertura morta no solo.

Na prática, as propriedades físicas, químicas e biológicas interagem entre si e, para um bom manejo do solo sob o cafeeiro, é conveniente adotar

algumas medidas (LÓPEZ DE LEÓN; MENDOZA DÍAZ, 1999 *apud* ALVARENGA, 2002), tais como:

a) cobertura do solo: árvores de sombra cumprem esse papel, protegem o solo do impacto das gotas de chuva e ajudam na produção de matéria orgânica; cultivo de leguminosas como cobertura viva em plantios novos e/ou onde há suficiente penetração de luz para seu desenvolvimento; uso de cobertura morta, como os resíduos de plantas daninhas ou de restos de cultivo; aplicação de matéria orgânica.

b) Estruturas de conservação: estruturas físicas que têm finalidade de minimizar a perda da fertilidade do solo por erosão, tais como: barreiras vivas, barreiras mortas, terraços individuais, terraços contínuos, faixas de infiltrações etc.

De acordo Primavesi (2008), para a proteção contra insolação direta (aquecimento excessivo) e o impacto das gotas de chuva, os solos devem ser cobertos o máximo possível, seja por uma camada de palha, ou mulching ou por uma vegetação densa.

Com a manutenção de uma cobertura permanente, nem que seja com uma camada de palha de 2 cm de espessura, a água se infiltra com mais facilidade do que nos solos desnudos e compactados. Além disso, com o solo descoberto e sem a devida proteção contra os ventos e a solarização, a água que se infiltra é facilmente evaporada. Mas se essa evaporação é evitada com a cobertura do solo e com quebra-ventos, a água do solo pode se conservar ao alcance das raízes mesmo após longo período sem chuvas, propiciando produções significativamente maiores (PRIMAVESI, 2006).

A arborização proporciona a adição de matéria orgânica no solo, devido a queda de folhas e a redução de sua composição pela diminuição da temperatura do solo, assim como redução das perdas de nitrogênio, que contribuem para a melhoria da fertilidade (MUÑOZ & ALVARADO, 1997 *apud* AZEVEDO et al., 2002).

2.11 Manejo Ecológico de Pragas e Doenças

A agricultura moderna caracteriza-se pela simplificação do agroecossistema em vastas áreas, substituindo a diversidade natural por um pequeno número de espécies cultivadas. Esta simplificação causa grande impacto e, conseqüentemente, desequilíbrio ao meio ambiente. De acordo com Khatounian (2001), nenhuma planta evoluiu sozinha, pelo contrário, as plantas evoluíram circundadas por outros organismos, incluindo animais, grandes e pequenos, microorganismos e outros vegetais.

Uma intensificação da incidência de pragas e doenças é resultante desse modelo. Portanto, deve-se primeiramente buscar o equilíbrio de cada ambiente através da manutenção de áreas de matas, aumento da diversidade de espécies vegetais dentro do cafezal, isolamento de áreas vizinhas que adotam manejo convencional, etc. Estas táticas visam aumentar o número de inimigos naturais e, conseqüentemente, diminuir a pressão de pragas e doenças (AKIBA et al., 1999).

O manejo ecológico de pragas e doenças pressupõe, obrigatoriamente, conhecimentos que esclareçam o nível populacional das pragas e a incidência das doenças nos agroecossistemas, possibilitando a tomada de decisões que colaborem com o desaparecimento dessas moléstias. Portanto, o monitoramento das pragas e doenças se caracteriza em uma importante ferramenta capaz de mensurar o estado de desenvolvimento desses componentes do agroecossistema. Para entender os processos que conduzem ao surgimento e evolução de pragas e doenças é necessário realizar uma análise holística do agroecossistema afetado, levando em consideração outros elementos, tais como solo, clima, microclima, agrobiodiversidade, biodiversidade, práticas culturais, ecologia do ambiente e das espécies envolvidas.

No início da transição agroecológica, se for necessário, deve-se adotar o uso de defensivos alternativos, por um período curto de tempo, para se fazer um controle ecológico das pragas e doenças até que o agroecossistema se restabeleça e torne-se resiliente. Os defensivos ecológicos podem ser preparados nas próprias unidades produtivas através de recursos vegetais (extratos de ervas, arbustos, fumo etc.), materiais orgânicos (esterco fresco,

fungos) oriundos da propriedade e de outros componentes encontrados no comércio local, como micronutrientes (cobre, zinco, boro, cálcio, ferro etc.).

Os defensivos alternativos pertencem a um grupo de formulações que têm como características principais: baixa ou nenhuma toxicidade ao homem e à natureza, eficiência no combate aos artrópodes e microrganismos nocivos, não favorecimento à ocorrência de formas de resistência desses fitoparasitas, disponibilidade e custo reduzido. Estão incluídos nesta categoria, entre outros, os diversos biofertilizantes líquidos, as caldas (sulfocálcica, viçosa e bordalesa), os extratos de determinadas plantas e os agentes de biocontrole (PENTEADO, 2000).

Do ponto de vista de Chaboussou (1995), o ataque de pragas e doenças está relacionado à nutrição ou intoxicação das plantas. Ou seja, uma planta bem alimentada e saudável, apresenta uma composição equilibrada, formando uma estrutura compacta que dificilmente será atacada por pragas e doenças. Entretanto, a proliferação e a intensidade do ataque de pragas (insetos, ácaros e nematóides) e doenças (fungos, bactérias e vírus) estão diretamente relacionadas com o estado nutricional das plantas. Assim, a planta fica suscetível ao ataque de pragas quando tiver na sua seiva, exatamente o alimento que eles precisam. Este alimento é constituído principalmente por aminoácidos e açúcares solúveis.

Segundo Khatounian (2001), a elevação da temperatura do solo além de uma faixa considerada ideal induz à respiração excessiva das raízes, podendo levar à produção de metabólitos sólidos. A temperatura do solo e diversos outras variáveis influenciam o processo de nutrição das plantas, e de acordo com Khatounian (2001), isso torna as plantas mais suscetíveis a deficiência nutricional.

Gliessman (2005) afirma que os agrotóxicos podem baixar dramaticamente a população de pragas em um curto prazo, mas, como também matam seus predadores naturais, essas populações podem com frequência, recuperar-se e alcançar números ainda maiores que antes. Dessa forma, o agricultor é forçado a usar mais agente químico. Isto promove o fenômeno de aumento da resistência: as populações de pragas expostas

continuamente são submetidas a uma intensa seleção natural de resistência aos agrotóxicos.

Quanto mais venenos usam, mais problemas aparecem e mais venenos têm que usar. Isso acontece porque já se criou um desequilíbrio no ambiente, favorecendo o surgimento de espécies consideradas "pragas" e, também, em função da própria aplicação de agrotóxicos e de alguns tipos de adubos, que desequilibram a planta (Paulus, Muller & Barcellos, 2000). Segundo os autores, é por isso que se diz que os agrotóxicos ajudam a resolver um problema que eles mesmos criaram, e que continuam criando, porque não resolvem a causa, mas atacam as conseqüências.

De acordo Souza e Rigitano (1998), o uso indiscriminado de inseticidas nos cafezais acarreta pulverizações indiscriminadas de inseticidas nos cafezais, principalmente com produtos de largo espectro de ação, que podem favorecer posteriormente as infestações do bicho mineiro, em virtude da matança dos inimigos naturais da praga, os quais são encontrados naturalmente nas lavouras de café de todas as regiões cafeeiras de Minas Gerais. Podem favorecer também a ocorrência posterior de pragas secundárias como as lagartas, além dos ácaros.

De acordo Primavesi (2008), as culturas em roça nova dificilmente são atacadas por pestes, pois à medida que a bioestrutura do solo decai, aumenta a susceptibilidade das plantas às pragas e doenças. Ainda a mesma autora afirma que a sanidade vegetal, de um ou outro modo, está ligada à sanidade do solo; em solo decadente é difícil criar culturas saudias. Plantadores de soja no Paraná sabem que, em roça nova, a cultura é sadia; em terra velha de cultura, a soja constitui um verdadeiro ambulatório de pragas e doenças.

A estabilidade ecológica é inerente à auto-regulação, características dos ecossistemas naturais perdidas quando o homem simplifica comunidades naturais através da ruptura das interações em comunidades (ALTIERI & NICHOLLS, 2000). Para esses autores, esta ruptura pode ser reparada na comunidade através da adição ou aumento da biodiversidade em ecossistemas agrícolas funcional. As razões mais importantes para o restabelecimento e manutenção da biodiversidade na agricultura é que ela oferece uma ampla

variedade de serviços ecológicos. Um desses serviços é a regulamentação da abundância de organismos indesejáveis através da predação, parasitismo e da competição (ALTIERI, 1994 *apud* ALTIERI & NICHOLLS, 2000). Dessa maneira, os inimigos naturais são agentes de controle natural que determinam a regulação das populações de herbívoros dos sistemas agrícolas, se o ambiente fornecer condições propícias para a sua manutenção.

Segundo Van Den Bosch e Messenger (1976) *apud* Altieri (1994), para melhorar a sobrevivência e reprodução dos insetos benéficos em um agroecossistema é conveniente ter permanentemente populações alternativas de presas flutuantes a níveis sub-econômicos nos cultivos.

É amplamente aceito que a diversidade do agroecossistema está associada com a estabilidade das populações de insetos presentes em longo prazo, presumivelmente porque uma variedade de parasitos, predadores e competidores está sempre disponível para suprimir o crescimento da população potencial de espécies de pragas (ALTIERI, 1994).

De acordo com Carvalho e Chalfoun (1998), se as condições ambientais forem mantidas em condições favoráveis, as espécies de fungos que exercem controle biológico, como o *Verticillium hemileiae*, *Cladosporium hemileiae* e *Glomerella cingulata* serão encontradas parasitando pústulas de ferrugem (*Hemileia vastatrix*).

Segundo Altieri (1994), a diversificação do agroecossistema geralmente resulta no incremento de oportunidades ambientais para os inimigos naturais, e conseqüentemente, o melhoramento do controle biológico de pragas. Para Carvalho e Chalfoun (1998), dentro desse mesmo aspecto, o equilíbrio biológico da lavoura cafeeira é importante. Pois, segundo os autores, produtos químicos aplicados indiscriminadamente, promovem um desequilíbrio do sistema, reduzem a população dos inimigos naturais e favorecem a evolução de patógenos.

De acordo Reis e Souza (2002), a arborização pode ser um componente importante no equilíbrio ecológico do cafezal, também devido ao abrigo que oferece aos inimigos naturais de pragas. Os corredores ecológicos, entre

talhões, que têm auxiliado no controle natural de pragas em diversas culturas, certamente o fazem também em cafezais.

O controle biológico conservativo envolve a manipulação do meio ambiente para aumentar a sobrevivência, a fecundidade e a eficiência dos inimigos naturais de artrópodes - pragas (LANDIS et al., 2000). A diversificação da vegetação na área cultivada favorece os inimigos naturais, devido à disponibilidade e abundância de alimentos alternativos, como pólen, néctar e honey-dew, ao oferecimento de áreas de refúgio, diferentes microclimas e de presas alternativas (LAVANDEIRO et al., 2005 *apud* ROSADO, 2007).

O agroecossistema cafeeiro abriga uma alta diversidade de predadores e parasitóides (REIS et al., 2002). No entanto, nem sempre suas populações são suficientes para a redução de populações de pragas em níveis que não causem danos econômicos. Uma possibilidade de aumentar a efetividade desses inimigos naturais seria o fornecimento adicional de alimentos secundários por meio da introdução de vegetais que forneçam esses recursos aos inimigos naturais das pragas.

O alimento alternativo produzido pelas plantas apresenta valor nutricional que pode ser suficiente ou não, em relação às necessidades dos inimigos naturais (ROULSTON et al., 2000 *apud* ROSADO, 2007). Nem todos os alimentos produzidos pelas plantas, como o pólen e o néctar, são adequados nutricionalmente aos inimigos naturais (BAGGEN et al., 1999). Para que ocorra uma população de predadores capazes de promover o controle biológico de pragas, devem-se manter no ambiente, plantas que garantam a sobrevivência e a reprodução desses inimigos naturais no campo (VENZON et al., 2005 *apud* ROSADO, 2007).

Segundo Rosado (2007), a crotalária e o trigo mourisco podem ser utilizados como estratégias no manejo ecológico de pragas, porque o alimento fornecido por essas plantas aumenta a sobrevivência de predadores. Isto ocorre porque o pólen e o néctar apresentam valores elevados de proteína, glicose e frutose (KOPTUR, 2005, VENZON et al., 2006 *apud* ROSADO, 2007).

Em experimentos realizados em Heliodora, no Sul de Minas Gerais, verificou-se que em sistema de café orgânico diversificado com leguminosas

houve uma relação positiva entre o aumento da diversidade das plantas e a porcentagem de minas do bicho-mineiro predadas por vespas. A incidência de minas predadas foi maior, quando o cafeeiro foi associado ao guandu, ao amendoim-forrageiro, à crotalária e aos estilozantes, cultivados simultaneamente nas entrelinhas do cafeeiro (AMARAL et al., 2004).

Possivelmente, a associação de plantas fornecedoras de pólen e de néctar para a diversificação do cafezal representará um incremento na população de inimigos naturais (VENZON et al., 2005).

As nidificações de vespas formadas nos cafeeiros, apesar de serem poucas, são destruídas pelos trabalhadores rurais. Acredita-se que a conscientização de agricultores e técnicos agrícolas poderia facilitar a conservação das vespas, pois elas desempenham um importante papel através do controle biológico natural de pragas e da polinização que promovem nos cultivos agrícolas.

A preservação de matas remanescentes, e o reflorestamento com espécies nativas da região contribuem para a preservação e aumento das vespas predadoras que nelas se abrigam (REIS & SOUZA, 2002). Pois as vespas predadoras nidificam na vegetação de maior porte, necessitando de presas para suprir as necessidades energéticas próprias e de sua prole. A implantação de quebra-ventos também é uma técnica que adiciona diversidade ao sistema. Algumas plantas podem ser utilizadas para essa finalidade como o abacateiro, a seringueira, a macadâmia, a bananeira, entre outras (REIS et al., 2002).

Segundo Gallo et al. (2002), os principais fatores ecológicos do meio ambiente que influem na distribuição e abundância dos insetos são os seguintes: tempo, radiação, temperatura, umidade, luz, vento e alimento, assim como suas interações. Através de barreiras físicas, plantio de árvores, cobertura vegetal nas entre linhas do café, adoção de espaçamento ideal, escolha de variedade e formato do cafeeiro pertinente às necessidades e aumento da biodiversidade consegue-se conviver bem com as pragas e doenças nas lavouras cafeeiras, pois o segredo é proporcionar harmonia no agroecossistema.

Segundo Primavesi (1997), a agricultura ecológica, antes de tudo, tenta restabelecer o ambiente e o solo. Possui enfoque causal e procura evitar os problemas ao invés de combatê-los, além de trabalhar com ciclos e sistemas naturais. Quanto mais diversificado for o nosso agroecossistema (que é um sistema ecológico transformado pelo ser humano para fazer agricultura), mais equilibrado ele vai ser, e maior será o número de espécies que ajudam a controlar aquelas que nós chamamos de "pragas" (EMATER, 2000).

Segundo Altieri (2002), a diversidade pode ser aumentada no tempo, mediante o uso de rotações de culturas ou cultivos seqüenciais, e no espaço, através do uso de culturas de cobertura, cultivos intercalares, sistemas agroflorestais e sistemas integrados de produção vegetal e animal. A diversificação da vegetação tem como resultado, tanto o controle de pragas, pela restauração dos agentes naturais, como também a otimização da ciclagem de nutrientes, maior conservação do solo, da energia e menor dependência de insumos externos.

2.12 Manejo das plantas espontâneas na cafeicultura sustentável

As espécies vegetais espontâneas, nas áreas de cultivo agrícola, têm sido tratadas como "ervas invasoras", "plantas daninhas", "inços" e outras denominações (MARTINS, 2003). No entanto, as espontâneas podem promover os mesmos efeitos de proteção do solo e ciclagem de nutrientes que espécies cultivadas ou introduzidas para adubação verde (FAVERO et al., 2000 *apud* MARTINS, 2003).

No entanto, existem muitas plantas espontâneas que são benéficas ao agroecossistema e nem sempre são e nem sempre podem ser vistas como malélicas.

De acordo com Azevedo et al. (2002), as ervas espontâneas são importantes aos agroecossistemas por serem capazes de reciclar nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície, disponibilizando-os novamente ao cafeeiro, além de promoverem a descompactação do solo e permitirem a proteção contra erosão e insolação; promovem a aeração, retenção de água dos solos, a diversidade de espécies ocorrentes na área que

podem auxiliar no controle biológico de pragas e podem ser utilizadas na preparação de compostos orgânicos e de biofertilizantes foliares, quando cortadas.

Assim, verifica-se que as ervas espontâneas são importantes aos agroecossistemas e podem ser manejadas principalmente com roçadeiras motorizadas manuais, foices e roçadeiras de maior porte para serem utilizadas juntamente com o trator, quando se tratar de propriedades de grande porte. As devidas roçadas permitirão um acúmulo de biomassa morta sobre o solo deixando-o protegido com a formação de mulching. Tal prática poderá ser utilizada em períodos de seca diminuindo a concorrência de nutrientes e água com a cultura principal.

2.13 Arborização de lavouras cafeeiras e agrofloresta

A arborização é o termo usado para o sombreamento “ralo” dos cafezais. Um recurso utilizado para diversificar os monocultivos de cafeeiro sendo comum em países produtores de café da América Latina (AZEVEDO et al., 2002).

A arborização destaca-se pela cobertura do solo, proporcionando a adição de matéria orgânica, proteção contra o impacto das chuvas, favorecimento da estrutura física e biológica do solo, aumentando assim a sustentabilidade da cultura, além de trazer para o produtor um maior retorno econômico, principalmente nas pequenas propriedades e em períodos de baixos preços do produto (RICCI et al., 2002).

Segundo Fernandes (1986) *apud* Azevedo et al. (2002), a arborização com espécies e espaçamentos adequados, pode apresentar resultados satisfatórios, quando comparada ao cultivo a pleno sol. Os principais efeitos são: produção de internódios mais longos; redução do número de folhas, porém mais longos; produção de frutos maiores, mais moles e açucarados; melhoria do aspecto vegetativo do cafeeiro; aumento do número de ramos primários e secundários; aumento da capacidade produtiva do cafeeiro; obtenção de cafés com bebida mais suave; redução da bialidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e de cercosporiose.

O sombreamento moderado, permitindo a passagem de cerca de 70% de luz solar, obtido pela consorciação com outras espécies arbóreas, favorece os processos fisiológicos, atenua o depauperamento das plantas e não decresce significativamente a produção. Além disso, esse sistema de cultivo pode proporcionar incrementos na renda do produtor, pela exploração das espécies de sombra e redução nos custos da recuperação das lavouras depauperadas, além de proporcionar melhorias na qualidade da bebida e nas condições edafoclimáticas do meio ambiente (CARELLI & FAHL, 2001).

Um aspecto importante a ser considerado é que o sombreamento uniformiza a maturação do fruto, facilita a catação manual dos grãos cerejas e contribui para a qualidade do produto. A estabilização do ambiente do cafezal promovido pela arborização tende a resultar em safras melhores e mais sanidade (KHATOUNIAN, 2001).

Entre as formas tradicionais de uso da terra, os sistemas agroflorestais surgem como capazes de melhorar as condições atuais, podendo fornecer bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade. Eles constituem uma combinação integrada de árvores, arbustos, culturas agrícolas e/ou, animais, com enfoque no sistema como um todo, e não nos produtos a serem obtidos (VIANA, 1992 *apud* FRANCO, 2000), e se caracterizam pela existência de interações ecológicas e econômicas significativas entre os componentes (COPIJN, 1988; MONTAGNINI, 1992 *apud* FRANCO, 2000). Esses sistemas podem fornecer vários bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade, como: cercas-vivas, para delimitação de propriedades; sombra para culturas e animais; e produção de adubos verdes, lenha, madeira, forragem, produtos medicinais, alimentos, entre outros.

Na Venezuela, Escalante (1997) *apud* Villatoro (2004), classificou os diferentes SAF's para produção de café e observou que estes variam desde os mais simples resultantes da combinação de árvores para sombra ou madeiras com café, em uma estrutura vertical simples de dois estratos vegetativos, até outros mais complexos. Nestes últimos se combinam espécies para produção de sombra, com frutíferas, madeiráveis e bananeiras, formando estrutura de três ou mais estratos. Neste estudo, segundo Villatoro (2004), o autor

encontrou espécies dos gêneros *Inga* e *Erythrina* como os componentes mais consistentes dos SAF's, presentes em 97,5% das fazendas. Também foi importante a combinação, como cultivo secundário de bananeiras (*Musa spp*) em 70% dos casos e de outras frutíferas em 34%.

Como consequência da diversidade e complexidade vegetativa dos SAF's, eles se tornam importantes para a conservação dos recursos naturais e da fauna e da flora, constantemente ameaçada pelo avanço da agricultura intensiva. Estes sistemas são também importantes na geração de produtos adicionais que, muitas vezes, são indispensáveis para a sobrevivência dos habitantes das regiões onde se cultiva o café (VILLATORO, 2004).

Os sistemas agroflorestais, se bem manejados, podem ser uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas e para a reposição florestal das áreas já abertas. Podem, ainda, possibilitar a agricultura permanente, permitindo produção de várias culturas numa mesma área, por muitos anos, sem o uso do fogo, com retorno a curto, médio e longo prazo. Em princípio, os SAF's devem servir como uma ferramenta para reflorestar áreas já abertas e recuperar solos degradados, ao contrário de, como muitos pensam, substituir áreas de floresta primária (Peneireiro et al., 2007).

A utilização de sistemas agroflorestais nas áreas consideradas de preservação poderá conciliar a produção de alimentos com a conservação dos recursos e manutenção da biodiversidade. Alguns trabalhos na região demonstram a viabilidade deste tipo de utilização com espécies arbóreas frutíferas, forrageiras, sombreadoras, palmáceas, entre outras (FRANCO, 2000). Segundo este último autor, os cafeicultores brasileiros, em especial os da Zona da Mata de Minas Gerais, estão com mais dificuldades de adquirir produtos florestais, como moirões, lenha, fibras, madeira e outros (materiais). Os agricultores (principalmente os pequenos e médios) são muito dependentes desses produtos, e têm pagado elevados preços por eles. Assim, o cultivo de árvores, visando o auto-abastecimento da propriedade, é uma atividade que pode diminuir os custos finais de produção do café e, portanto, contribuir para a diminuição da pressão gerada pela demanda de produtos florestais sobre as florestas remanescentes.

Os sistemas agroflorestais ajudam a controlar a erosão e a repor os nutrientes retirados do solo, pelo uso contínuo da cafeicultura e das demais culturas agrícolas. Esta reposição dos nutrientes do solo pode ser facilitada com o uso de adubações; porém, nem sempre há condições econômicas para tal prática. No entanto, as agroflorestas fazem essa reposição de uma forma acessível a todos e em todas as épocas, sejam elas de crise ou não (FRANCO, 2000).

Entre as mudanças climáticas previstas para as próximas décadas está o aquecimento global causado pelo efeito estufa, que deverá provocar o aumento das temperaturas médias do ar nas diversas latitudes da Terra, trazendo reflexos ao cultivo comercial do café arábica (*Coffea arabica*), cujo plantio é recomendado preferencialmente nas regiões com temperaturas médias anuais na faixa de 18 a 22°C (CAMARGO, 1985). A temperatura das folhas dos cafeeiros é um parâmetro importante, pois altas temperaturas limitam o desempenho fotossintético, podendo, entre outros efeitos, causar escaldadura nas folhas, aborto das flores e reduzir a produtividade do cafeeiro (DAMATTA, 2004). Temperaturas baixas também prejudicam o cafeeiro e as geadas causam danos variáveis em função da sua frequência e intensidade (CARAMORI et al., 2000).

De acordo Franco (2000), uma informação apresentada por um dos experimentadores em relação à produtividade do café no SAF é que a produção, apesar de ter sido ligeiramente mais baixa do que a do café em monocultivo, vem se mantendo constante de ano para ano. Além disto, a longevidade da produção do café no SAF é maior, ou seja, fica por mais tempo produzindo, sem a necessidade de fazer a recepa reduzindo assim, os custos de produção em um período maior de tempo.

O manejo nos sistemas tem sido feito por meio de podas nas árvores, principalmente naquelas destinadas à adubação verde, denominadas adubadeiras. A poda é a forma de incorporação do material vegetal ao solo; os galhos (material mais lignificado) são depositados diretamente sobre o solo e a folhagem sobre os galhos. Além disto, a poda nas árvores tem o objetivo de conduzir as copas de forma a evitar o excesso de sombreamento nos cafeeiros

e diminuir a superfície de transpiração das árvores, visando eliminar a possível competição por água na época em que ocorre “deficit” hídrico na região. Em geral, a época de realização das podas é após a colheita do café, o que coincide com a época seca e é quando o café necessita de maior quantidade de luz para a indução da floração. Este fato está de acordo com a ecologia do café, uma vez que na Etiópia, local onde ocorre de forma natural, ele ocupa o estrato inferior da floresta decídua, ou seja, aquela que perde suas folhas na época seca do ano (FRANCO, 2000).

Segundo o mesmo autor, o trabalho de poda foi relatado como problemático, devido à alta demanda de mão-de-obra, principalmente no início do sistema. Por outro lado, em algumas experiências são utilizadas espécies caducifólias, o que diminui um pouco o problema. A capina praticamente não é realizada nas espontâneas, e sim uma roçada, uma vez que a incidência é menor devido ao sombreamento.

Estudos mais recentes mostram que cafezais mais adensados são favorecidos pela melhoria da capacidade produtiva do solo. Entretanto, o adensamento estimula a monocultura, prática recusada pela agricultura orgânica, pela potencialização de fitoparasitas e inviabilização da utilização de adubos verdes, sendo ainda necessárias pesquisas para definir espaçamentos e densidades mais adequados para a cafeicultura orgânica (RICCI et al.; 2002).

Em regiões quentes e com menor altitude a arborização é recomendada com base na fisiologia das plantas, para reduzir os picos de temperaturas durante o dia e elevar as mínimas, favorecendo condições de conservação da umidade do solo e do ar, redução da evapotranspiração e a ação dos ventos, principal causa de ressecamentos (RICCI et al., 2002).

O estresse ocasionado em regimes de alta temperatura e irradiação, condições que ocorrem em regiões de baixa e média altitude, pode inviabilizar a cultura do cafeeiro. Portanto, um dos principais obstáculos para a expansão do cultivo de *Coffea arabica* no Brasil parece ser a estreita faixa de temperatura favorável ao desempenho de suas atividades vegetativas e reprodutivas (CARELLI & FAHL, 2001).

A adoção de sistemas agroflorestais apresenta-se como uma boa opção para a cafeicultura, tanto sob os aspectos ambientais (diversidade biológica, controle microclimático), como sob os aspectos econômicos, possibilitando renda adicional, fonte de biomassa e redução da aplicação de adubos químicos (ALVARENGA et al., 2002). A agrofloresta é uma forma de oferecer trabalho a todos os integrantes da família, qualidade de vida, viabilidade da reprodução social das famílias, promovendo o desenvolvimento rural sustentável.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da metodologia do trabalho

Essa pesquisa vem ao encontro da necessidade de equacionar um problema de ordem fitossanitária evidenciada pelos cafeicultores orgânicos da região sul de Minas Gerais. Concomitantemente, o estudo corresponde aos anseios do pesquisador no sentido de colaborar com a cafeicultura orgânica, uma vez que o estudo procura contribuir para o entendimento da dinâmica de pragas e doenças que afligem as lavouras cafeeiras em diversos sistemas de manejo adotados pelos agricultores familiares. De acordo Lopes et. al (2008), as metodologias de construção coletiva do conhecimento agroecológico variam conforme as distintas realidades, e estas devem ser flexíveis e adaptáveis, à medida que se conhecem melhor os anseios, expectativas e desejos do público com o qual se trabalha.

A pesquisa foi baseada em uma revisão bibliográfica, levando em consideração os aspectos históricos da cafeicultura, o modelo desenvolvimentista da agricultura industrial, os problemas causados pela agricultura convencional, os novos estilos de agricultura ecológica que surgiram a partir da década de 20, a agroecologia enquanto ciência orientadora da sustentabilidade dos agroecossistemas, a cafeicultura orgânica no sul de Minas Gerais e um foco central nos aspectos fitossanitários da cultura do cafeeiro.

De acordo Costa (1995), um referencial conceitual e analítico cartesiano e reducionista vem se mostrando limitado e insuficiente na determinação das causas e na identificação das alternativas de superação dos crescentes problemas produtivos agrícolas e dos impactos negativos gerados pelo setor, nas esferas econômica, social e ambiental. Nesta esfera, a agroecologia pode dar uma expressiva contribuição, enquanto uma área da ciência que utiliza um referencial teórico e conceitual fundamentado na abordagem sistêmica, buscando entender e analisar a agricultura como um todo.

Utilizou-se do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) como ferramenta para o desenvolvimento da presente pesquisa. De acordo com Verdejo (2007), o DRP consiste num conjunto de técnicas e ferramentas que permitem que as comunidades participem ativamente do diagnóstico do agroecossistema e a

partir daí sejam capazes de auto gerenciar o seu planejamento e desenvolvimento. Desta maneira, os participantes puderam compartilhar experiências e analisar os seus conhecimentos, a fim de melhorar as suas habilidades de planejamento e ação (THIOLLENT, 2000).

Para o desenvolvimento da pesquisa de campo estabeleceram-se parcerias de trabalho com o Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Machado (IFET), o Centro de Ensino e Pesquisa de Machado (CESEP) e a Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região (Coopfam). Tal parceria permitiu a participação de estudantes do ensino técnico e superior, professores do IFET, técnicos da Coopfam e agricultores familiares. O conhecimento prévio do problema enfrentado pelos agricultores familiares, que consistia nas pragas e doenças dos cafeeiros, orientou o foco da pesquisa e o planejamento para execução da mesma. No entanto, partindo deste ponto, realizaram-se reuniões periódicas com as instituições parceiras favorecendo o surgimento dos informantes-chaves da pesquisa que inicialmente nos conduziram até as unidades produtivas no intuito de selecionarmos as áreas da pesquisa. A seleção das áreas baseou-se na observação das lavouras cafeeiras, no diálogo com os agricultores familiares e professores da região de Machado e Poço Fundo.

Após a determinação das áreas nas unidades produtivas localizadas nos municípios de Machado e Poço Fundo em Minas Gerais foi realizada uma visita com o objetivo de discutir o envolvimento da família agricultora com o trabalho proposto. Durante esta visita foi realizada uma entrevista semi-estruturada com uso de formulário específico (Apêndice 01), permitindo um levantamento inicial de dados, no intuito de caracterizar melhor a área de estudo, o manejo atribuído aos cultivos ao longo do tempo e a realidade sócio-econômicas das famílias. De acordo com Verdejo (2007), a entrevista semi-estruturada é uma ferramenta que possibilita criar um ambiente aberto de diálogo e permite à pessoa entrevistada se expressar livremente, sem limitações criadas por um questionário.

Durante a pesquisa estabeleceu-se um constante diálogo com os agricultores favorecendo o intercâmbio de saberes entre os agricultores, o

pesquisador e os estudantes. O diálogo era espontâneo e em alguns momentos estabelecia-se um tema central pra orientar os debates e a coleta de dados da pesquisa. As conversações normalmente baseavam-se nas práticas agrícolas desenvolvidas nas lavouras, no conhecimento empírico do agricultor sobre a cafeicultura e nas relações sócio-econômicas e ambientais que envolviam a unidade produtiva de base familiar. Apesar de a pesquisa ter um caráter voltado às áreas da entomologia e fitopatologia levou-se em consideração a abordagem sistêmica proposta pela agroecologia, capaz de propiciar o entendimento dos problemas fitossanitários nos agroecossistemas. A busca pelas informações sócio-econômicas e ambientais das unidades produtivas foi essencial para o estudo. A composição das famílias, suas características culturais, escolaridade, situação econômica influi nas condições atuais e futuras da propriedade.

Considerando o foco da pesquisa estabeleceu-se como ferramenta metodológica básica o monitoramento das pragas e doenças do cafeeiro que acometiam as lavouras. De acordo com Carvalho e Chalfoun (1998), através do monitoramento ou acompanhamento da doença nos cafeeiros, é possível medir a incidência de ataque ou quantificar a doença através da intensidade dos sintomas ou sinais. O monitoramento permite registrar a evolução da doença ou praga nas lavouras cafeeiras. O monitoramento das pragas e doenças do cafeeiro foi realizado mensalmente no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008 nas áreas estabelecidas com a colaboração dos estudantes e agricultores.

A Estação Meteorológica instalada na EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), localizada em Machado/MG, disponibilizou os dados climáticos coletados no período de monitoramento das pragas e doenças do cafeeiro.

Foram realizadas análises da fertilidade dos solos nas 4 áreas de estudo. O laboratório responsável pelas análises localiza-se na Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras/SP.

3.2 Caracterização da região de estudo

3.2.1 Município de Machado/MG

De acordo dados do IBGE 2005/2006 Machado é um município localizado no Sul/Sudoeste de Minas Gerais. Compreende 594,54 km² de área, delimitada pelas coordenadas s 21°42'05" e s 21°31'10" e entre o 46°02'08" e o 45°47'30". Tem como municípios limítrofes Alfenas, Varginha, Carvalhópolis, Poço Fundo, Serrania, Campestre e Turvolândia. Está a 33km de Alfenas; 87km de Poços de Caldas; 69km de Varginha. Possui clima tropical de altitude, população estimada em 39.015 habitantes e um parque cafeeiro de 14500 hectares.

De acordo Vieira et al. (2005), Machado é uma das principais regiões produtoras de café do Estado. O ambiente é caracterizado por áreas elevadas, com altitudes de 780 m a 1260 m, clima ameno sujeito a geadas, moderada deficiência hídrica, relevo suave ondulado a forte ondulado, predomínio de Latossolos e solos com B textural, possibilidade de produção de bebidas finas, sistemas de produção de médio a alto nível tecnológico, considerando diversos fatores como características dos cafezais, dimensões médias das áreas plantadas, cultivares mais utilizados, técnicas de manejo, características do meio físico (tipo de solo e relevo) e outras.

O município se destaca na produção de café, principal produto da economia machadense e grande gerador de emprego e renda. Recentemente a cidade recebeu o título de capital mundial do café orgânico devido seu pioneirismo neste tipo de cultura e suas exportações para países da Europa, Estados Unidos e Japão.



Figura 6. Fotografia do ambiente agrícola do Município de Machado/MG.



Figura 7. Visualização geral do entorno do agroecossistema agroflorestal, Município de Machado/MG.

3.2.2 Município de Poço Fundo/MG

O município de Poço Fundo situa-se a 21° 46' de latitude sul e 45° 57' de longitude oeste. Fica a 395 km de Belo Horizonte, 455 km do Rio de Janeiro, 275 km de São Paulo e 1110 km de Brasília. O município é cortado

pela rodovia MG179, delimitado pelos municípios de Machado, Espírito Santo do Dourado, São João da Mata, Carvalhópolis, Turvolândia, Campestre, Ipuiúna e Caldas. Com área de 475 Km², clima tropical-temperado e temperatura média anual de 20°C. Tem como principal atividade econômica a cafeicultura. Destaca-se também na cafeicultura orgânica, tipicamente familiar e tem como referência a Coopfam (Cooperativa dos Agricultores Familiares de Poço Fundo), que reúne mais em torno de 150 cafeicultores orgânicos. O cultivo de café representa 48,4% do total da área cultivada no município (IBGE, 1995).

Poço Fundo está localizado na Bacia do Rio Grande (médio Rio Grande) na região sul do estado de Minas Gerais. Está situado no Bioma Mata Atlântica, a altitude máxima é de 1435 metros e a mínima de 885 metros, tendo índice pluviométrico médio de 1592,4 mm (MARTINS, 2003). O relevo da região é denominado mar de morros, sendo que no município é predominantemente ondulado - 60% (AGUIAR, 1992), a área restante (40%) é dividida entre planas e montanhosas (IBGE, 1995). Prevalcem os solos classificados em latossolos, argissolos, gleissolos e organossolos.

O município de Poço Fundo faz fronteira com o município de Machado e, inclusive, fez parte dele quando era distrito e detinha o nome de São Francisco de Paula do Machadinho. Este distrito foi desmembrado de Machado em 1923, recebendo o nome de Gimirim (machado pequeno em tupi guarani), e em 1953 foi rebatizado como Poço Fundo, devido ao grande volume e qualidade do fumo de corda ali produzido, principalmente na localidade denominada Cachoeira Grande do Poço Fundo.



Figura 8. Visualização geral do entorno dos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico, Município de Poço Fundo/MG.

3.3 Delimitação e descrição das áreas de estudo

Diversos aspectos foram levados em consideração para escolha das áreas de estudo, dentre eles destacam-se a importância sócio-econômica da cafeicultura nos municípios de Machado e Poço Fundo, a qualidade diferenciada do café produzido pelos cafeicultores dessa região e a grande concentração de cafeicultores orgânicos nesses municípios. Além disso, como a pesquisa tinha por objetivo analisar a dinâmica da evolução e incidência das pragas e doenças do cafeeiro em diferentes manejos agrícolas fundamentados teoricamente em diversos estilos de agricultura ecológica, mas numa mesma realidade edafoclimática, seria crucial haver uma proximidade das áreas de estudo. Dessa maneira, tendo esses cuidados preliminares seria possível caracterizar a evolução destas moléstias do café numa mesma realidade, diferenciando-se apenas o manejo adotado pelos cafeicultores. Assim, para o estabelecimento das áreas a serem monitoradas evitou-se diferença nas variáveis solos, espaçamento, idade dos cafeeiros, espécie, variedades, tamanho das áreas, carga pendente, face de exposição ao sol e clima.

Em cada agroecossistema escolhido adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo cada um desses considerado como uma parcela experimental de acordo com trabalho realizado por Martins et al., (2004).

Os municípios do sul de Minas Gerais, dentre os quais Machado e Poço Fundo se fazem presentes, possuem grande vantagem produtiva no cultivo de café, uma vez que apresentam as condições edafoclimática favoráveis ao café. De acordo com Scolforo (2007) *apud* Barbosa et al. (2009), a região do sul de Minas sob o ponto de vista topográfico apresenta uma altitude média de 1000 m, sendo então caracterizada por apresentar precipitação anual que varia de 1534 a 1876 mm, e categorizada como tipo climático úmido, apresentando temperaturas entre 19 a 21 °C. Essa região caracteriza bem a cafeicultura sul-mineira e produz cafés de alta qualidade e cafés orgânicos, possuindo médios e pequenos produtores.

Para Gonçalves (2003), a agricultura orgânica realizada pelos produtores rurais de Poço Fundo está organizada em duas modalidades de manejo de produção: uma baseada nos pressupostos de uma agricultura diversificada e sustentável e outra caracterizada como “pacote tecnológico”. Essa agricultura caracterizada como troca de pacote, apesar de receber o selo orgânico, denota a alta dependência de insumos agrícolas, diferenciando-se da agricultura convencional apenas pela mudança de produtos utilizados na lavoura, os quais deixam ser químicos e passam a ser de origem orgânica.

Com a colaboração de representantes da Cooperativa dos Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região (Coopfam), que reúne cerca de 150 cafeicultores orgânicos, e do IFET – Campus Machado e do IFET encontramos uma propriedade cafeeira em Poço Fundo que possui lavouras sob sistemas de manejo convencional, organo-mineral e orgânico. E encontrou-se uma lavoura cafeeira sob manejo agroflorestal (“Café Natural”), também certificada como orgânica, no município vizinho de Machado-MG.

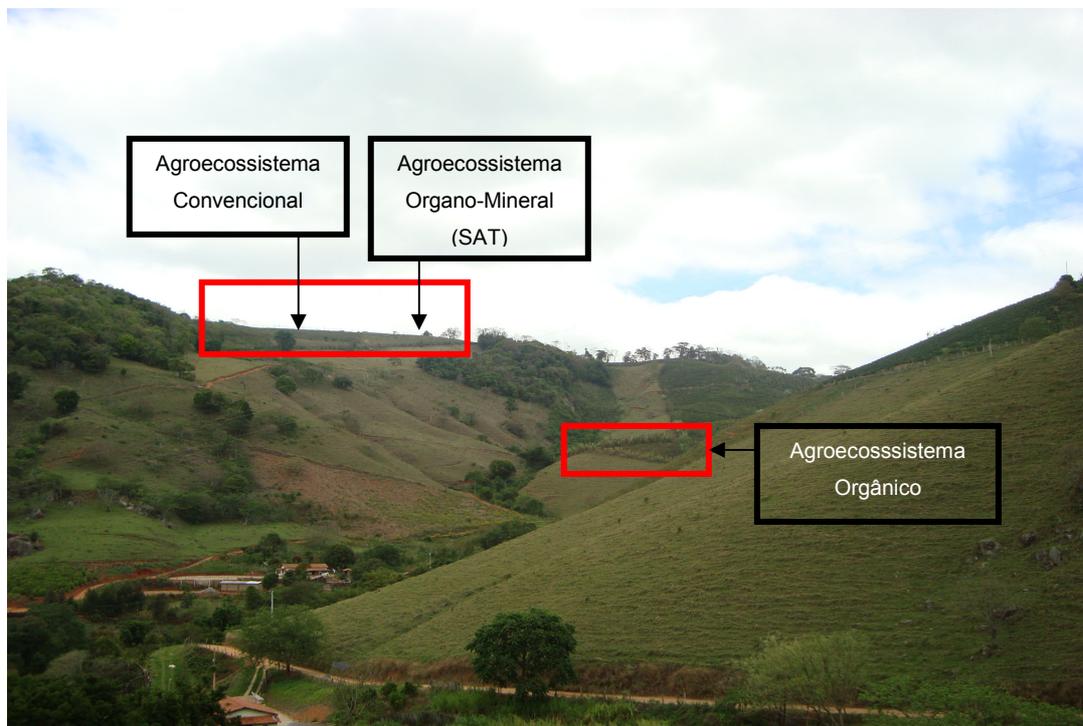


Figura 9. Visualização dos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico no sítio Boa Vista, Poço Fundo/MG.



Figura 10. Visualização do agroecossistema Agroflorestal, no Bairro Caiana, Machado/MG.

3.3.1 Agroecossistemas amostrados

Selecionaram-se quatro agroecossistemas com diferentes formas de manejo, conduzidos por agricultores familiares para a execução da pesquisa durante um ano de monitoramento, iniciando-se em dezembro de 2007 com término em novembro de 2008. Os agroecossistemas caracterizados como convencional, organo-mineral e orgânico encontram-se em uma mesma propriedade denominada sítio Boa Vista no município de Poço Fundo/MG, em uma área de 50 hectares. E o agroecossistema denominado agroflorestal localiza-se no Bairro Caiana, município de Machado/MG. O histórico das áreas selecionadas para o desenvolvimento da pesquisa segue na tabela 2. Dentre todos os agroecossistemas, com exceção do convencional, durante a execução desta pesquisa, não foi realizado o controle de pragas e doenças com aplicação de agrotóxicos e produtos alternativos (ecológicos) como se pode observar na Tabela 2. O manejo diferenciado adotado nos agroecossistemas pode ser observado na tabela 3.

Tabela 2. Histórico das áreas dos agroecossistemas estudados.

Agroecossistemas		Períodos e Uso do solo				
		1965-1983	1983-1994	1994	2008	
Convencional	Repleta de samambaias e capim rebentão, sem nenhum uso agrícola.		Pastagem	Implantação de lavoura de café convencional	Permanece a lavoura convencional	
	1965-1983	1983-1996	1996	2006		
Organo-mineral	Repleta de samambaias e capim rebentão, sem nenhum uso agrícola.		Pastagem	Implantação de lavoura convencional	Última aplicação de herbicida	
	Até 1954	1954-1964	1964-1994	1994	2003	2006
Orgânico	Mata nativa	Implantação de lavoura de café, plantio realizado sem curva de nível.		Capoeira; Pastagem	Implantação de lavoura de café convencional.	Primeiro ano da conversão; Não utilização de agroquímicos
	1900-1960	1960-1985	1985- 1997	1997	1997/1998	
Agroflorestal	Monocultivo de cafeeiros		Pastagem	Monocultivo de cafeeiros	Ocorreu a última aplicação de agroquímicos na área.	Plantio irregular de árvores nativas e frutíferas.
					2001	
						Certificação orgânica BCS
						Certificação BCS

Tabela 3. Manejo efetuado nos agroecossistemas estudados - outubro/07 a novembro/08.

Agroecossistemas	Manejo					
	Adubação	Controle das plantas espontâneas	Ferrugem	Cercóspora	Broca	Bicho Mineiro
Convencional	450 g/pé de 20.05.20 3 l Dacafê cerrado 2 l Nutricafê 1,5 L Boro liq.	Herbicida Glifosate Roçadeira costal	2,5 L Impact 125 SC (flutriafol)	3 l cerconil (clorotalonil+ tiofanato-metílico)	1,5 L Endossulfan (ciclodieno organoclorado)	–
Organo-mineral	600 g/pé de 20.05.20	Roçadeira costal; Cultura intercalar: Feijão e batata	–	–	Colheita bem feita	–
Orgânico	10 kg palha de café/pé 1,5 kg farelo mamona/pé	Roçadeira costal; Mulching com palha de café	Quebra-ventos: bananeiras	Quebra-ventos: bananeiras	Colheita bem feita; Varrição	Sombreamento dos cafeeiros
Agroflorestal	Folhas, galhos, ervas espontâneas. Ciclagem natural dos nutrientes	Roçadeira Costal; Mulching; Sombreamento	Quebra-ventos: bananeira, abacateiro, eucalipto, mamoeiro, acerola, mangueira, citros, uvaia, goiabeiras, e árvores nativas.	Quebra-ventos	Colheita Seletiva	Sombreamento

Na Tabela 4, pode-se observar o tamanho da área de cada agroecossistema, bem como a cultivar, época de plantio, número de plantas e produtividade nos últimos três anos.

Tabela 4. Área, cultivar, plantio, números de plantas, produção e produtividade das áreas amostradas (agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal).

Agroecossistemas	Área Cultivar		Plantio	Espaçamento (m)	Nº Plantas	Produtividade Total de sacas beneficiadas por hectare			
	(ha)					2006	2007	2008	Média
Convencional	1	M.N.*	1994	3,0 x 1,2	2777	42	31	62	45
Organo-mineral	1	M.N.*	1996	3,0 x 1,2	2777	58	19	60	45,6
Orgânico	0,75	M.N.*	1994	3,0 x 1,2	2083	35	45	60	46,6
Agroflorestal	1	M.N.*	1985	3,5 x 1	2857	12	12	18	14

* Cultivar Mundo Novo (M.N.)

3.3.1.1 Agroecossistema Convencional – Poço Fundo/MG

A lavoura cafeeira conduzida nos moldes da agricultura convencional situa-se no bairro Boa Vista, Poço Fundo/MG. Possui área de um hectare, com 2.777 cafeeiros plantados em 1994, pertencentes à Cultivar Mundo Novo (*Coffea arabica* L.) com espaçamento de 3 x 1,2 m. Está há 1200 m de altitude.

Desde sua implantação recebe aplicação de fertilizantes químicos e agrotóxicos. No período de avaliação, a lavoura convencional recebeu adubações de NPK, foliares de micronutrientes, pulverização de 1,5 l do inseticida endossulfan/ha, uma aplicação do fungicida flutriafol (2,5 l /ha) e outra com um fungicida à base de clorotalonil e tiofanato-metilico (3 l /ha). Cada cafeeiro do sistema convencional foi adubado com 450 g de 20.05.20, divididas em 2 aplicações, no período de dezembro a março de 2008. Foram feitas três pulverizações a cada 40 dias, iniciadas em dezembro de 2008: a primeira foi realizada com 3 l de Dacafé Cerrado/ha, a segunda com 2,5 kg de Nutricafé/ha e a terceira com 1,5 l de Boro líquido/ha (o agricultor não especificou a concentração do produto). As ervas espontâneas foram controladas com herbicidas e roçadeiras.

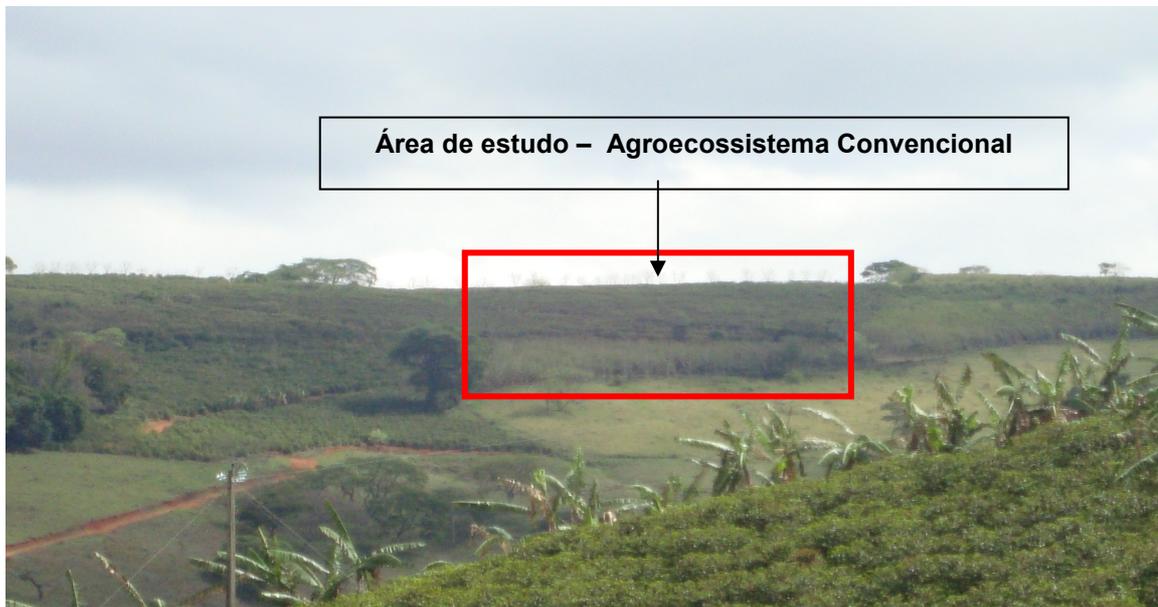


Figura 11. Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Convencional, Poço Fundo/MG.

3.3.1.2 Agroecossistema Organo-mineral (SAT) – Poço Fundo/MG

A lavoura cafeeira conduzida no sistema organo-mineral situa-se no bairro Boa Vista, Poço Fundo/MG. Possui área de um hectare, com 2.777 cafeeiros plantados em 1996, pertencentes à Cultivar Mundo Novo (*Coffea arabica* L.) com espaçamento de 3 x 1,2 m. Também está há 1200 m de altitude, pois está instalada ao lado do sistema convencional.

Desde sua implantação não ocorre aplicação de inseticidas, fungicidas, acaricidas de origem química na lavoura. No entanto, até o ano de 2006 aplicavam-se herbicidas. Com relação à nutrição dos cafeeiros, o agricultor utiliza adubos químicos e orgânicos, tais como o fertilizante solúvel 20.05.20, palha de café, torta de mamona e biofertilizantes. Para o controle de pragas e doenças usava-se calda bordalesa e sulfocálcica.

Todavia, durante as avaliações a lavoura organo-mineral recebeu somente adubações de fertilizantes químicos, sendo que cada cafeeiro foi adubado três vezes no período chuvoso de 2008, totalizando uma aplicação de

600 g do NPK 20.05.20 por planta. Atualmente as ervas espontâneas são controladas com enxada, roçadeira e mulching (palhas de café).

O agricultor utiliza com frequência as entrelinhas dos cafeeiros para plantio de culturas anuais (feijão, milho, batata-doce, abóbora, pepino etc) em prol da subsistência da família, favorecendo o manejo das ervas espontâneas.



Figura 12. Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Organo-Mineral (SAT), Poço Fundo/MG.

3.3.1.3 Agroecossistema Orgânico – Poço Fundo/MG

A lavoura cafeeira orgânica situa-se no bairro Boa Vista, Poço Fundo/MG. Possui área de 0,75 hectare, com 2083 cafeeiros plantados em 1994, pertencentes à Cultivar Mundo Novo (*Coffea arábica L.*) com espaçamento de 3 x 1,2 m. Nos últimos anos tem utilizado biofertilizantes e caldas (bordalesa, sulfocálcica) para o controle de pragas e doenças.

No período de avaliação recebeu cerca de 10 kg de palha de café por cafeeiro em outubro de 2007 e 1,5 kg de torta de mamona por planta, sendo que 750 gramas foram disponibilizadas na forma de adubo orgânico em novembro de 2007 e a outras 750 gramas em janeiro de 2008.

As ervas espontâneas foram controladas com enxada, roçadeira e mulching (palhas de café). Também verificou-se que o auto-sombreamento dos

cafeeiros neste sistema possibilitava um controle significativo das ervas espontâneas. O agricultor também cultiva plantas anuais nas entre linhas dos cafeeiros (feijão, milho, batata-doce, abóbora, pepino etc) e concomitantemente realiza o manejo das ervas espontâneas.

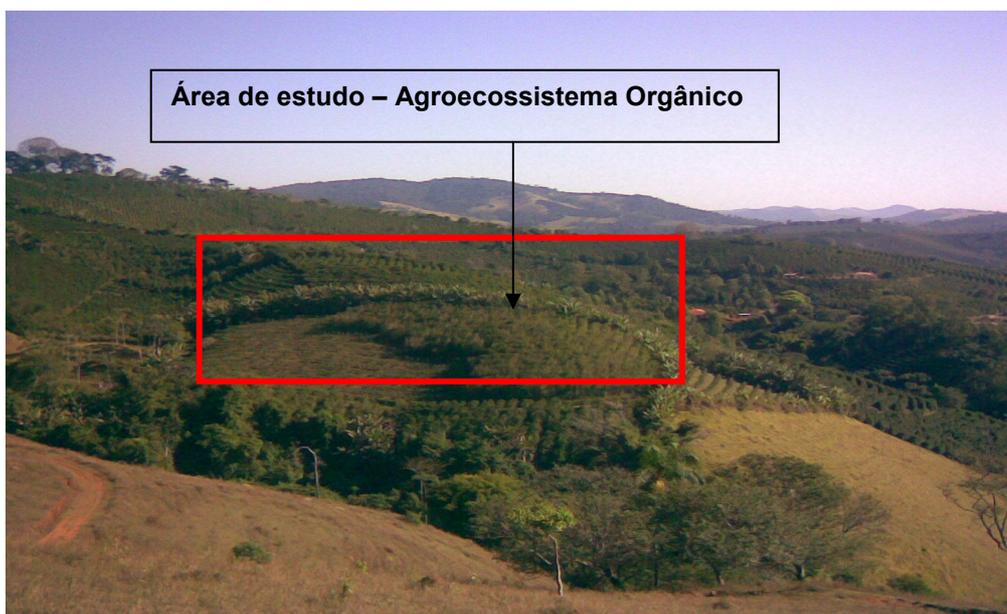


Figura 13. Fotografia da área de estudo caracterizada como Agroecossistema Orgânico, Poço Fundo/MG.

3.3.1.4 Agroecossistema Agroflorestal – Machado/MG

A lavoura cafeeira orgânica sob sistema agroflorestal situa-se no bairro Canaã, no município de Machado/MG, na propriedade do cafeicultor Alex Nogueira Nanetti. A propriedade adotou o modelo de produção de café natural orgânico sob sistema agroflorestal em 1998 e possui cerca de 10 hectares de produção de café consorciado com frutíferas, eucalipto e árvores nativas, 7,4 hectares de RPPN (Reserva Patrimônio Particular Natural) e 12,6 hectares em pousio. Verificou-se que o sistema agroflorestal utilizado pelo agricultor representa a junção de três estilos de agricultura, pois possui princípios e práticas que condizem com a agricultura orgânica, a natural e a permacultura (sistemas agroflorestais). No entanto, denominamos este sistema como

agroecossistema agroflorestal no intuito de facilitar didaticamente a definição dos quatro tipos de agroecossistemas estudados durante a pesquisa.

O sistema agroflorestal adotado tem como principais culturas perenes o café plantado com espaçamento de 3,5 m entre linhas e 1 m entre plantas, as bananas e os eucaliptos cultivado ao redor dos talhões de café, servindo como quebra-ventos, além de possuir árvores nativas, frutíferas e plantas anuais espalhadas irregularmente entre as linhas dos cafeeiros. A propriedade possui certificação orgânica de seus principais produtos (café, banana e eucalipto) pela BCS OKO Garãntie desde 2001.

O talhão escolhido para as avaliações possui área de um hectare localizada a 1100 m de altitude, é formado por cafeeiros da variedade Mundo Novo (*Coffea arábica L.*), plantados em 1985, com espaçamento de 3,5 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. Tal lavoura recebeu recepa total 2001 e não há aplicação de insumos agrícolas desde 1997, a partir dessa data, realiza-se apenas o manejo das ervas espontâneas com enxada, roçadeira e mulching. A nutrição dos cafeeiros é feita com subprodutos do café (palha) e com a serrapilheira acumulada através dos restos de folhas e galhos oriundos do sistema agroflorestal.



Figura 14. Área de estudo caracterizada como Agroecossistema Agroflorestal, Machado/MG.

3.4 Descrição dos métodos de amostragem de pragas e doenças

A amostragem de folhas para avaliação da flutuação populacional do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e ferrugem (*Hemileia vastratrix*) foi realizada no terço mediano de cada planta tomada aleatoriamente por meio de caminharmento em zigue-zague nos agroecossistemas caracterizados. Coletaram-se no terço mediano do cafeeiro 10 folhas do 3º ou 4º par em todos os lados da planta, sendo amostrados 20 cafeeiros, totalizando 200 folhas coletadas por agroecossistema. Durante as avaliações desprezou-se as três primeiras linhas de cafeeiros encontradas na bordadura e as 10 últimas plantas de cada linha.

Após serem coletadas e acondicionadas em sacos de papel para posterior contagem, as folhas foram levadas ao laboratório de fitossanidade da Escola Agrotécnica Federal de Machado para identificar e quantificar a ocorrência do bicho-mineiro, da cercosporiose e ferrugem nos agroecossistemas estudados. Com esse critério avalia-se 3% das plantas do talhão.

A determinação de infestação do bicho-mineiro, da cercosporiose e da ferrugem nas folhas foi realizada por meio de coletas mensais durante o período de dezembro de 2007 a novembro de 2008. A porcentagem de infestação por bicho-mineiro foi determinada segundo a expressão:

$$\text{Infestação do bicho-mineiro (\%)} = \frac{\text{nº de folhas com lesões} \times 100}{\text{nº total de folhas coletadas}}$$

A infestação por broca *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) nos frutos foi determinada em amostragens não-destrutivas. As amostragens não destrutivas consistem numa análise “in loco”, realizada diretamente nas partes da planta que se queira analisar. Nesse caso, observou-se a perfuração causada pela broca nos frutos de café. Assim, evita-se a retirada do café da planta. Foram realizadas observações mensais a partir de dezembro de 2007 até junho de 2008, período que coincidiu com o início da colheita do café. A infestação por broca foi quantificada observando-se 32 plantas tomadas aleatoriamente (caminharmento em ziguezague) por agroecossistema, em 6 pontos/planta, sendo 1 ponto por terço (superior, médio e inferior) em cada lado

da planta (norte/sul), totalizando 2 pontos por terço. Em cada ponto avaliava-se 10 frutos agrupados e o ponto amostrado correspondia a um ramo plagiotrópico do cafeeiro. A porcentagem de infestação por broca nos frutos foi determinada segundo a expressão:

$$\text{Infestação da broca (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de frutos brocados} \times 100}{\text{n}^\circ \text{ total de frutos amostrados}}$$

As metodologias descritas acima foram recomendadas por pesquisadores da EPAMIG (Centro Tecnológico do Sul de Minas Gerais) em outros trabalhos científicos e utilizadas na tese de doutorado de Martins (2003). Diversos outros pesquisadores, como Carvalho e Chalfoun (2002) e Matiello et al. (2005) recomendam as mesmas metodologias para avaliação da ocorrência e evolução das pragas e doenças do cafeeiro.



Figura 15. Monitoramento da broca-do-café utilizando amostragem não destrutiva. Foto da pesquisa, Machado/MG.

3.5 Dados Climatológicos

Para avaliar a influência do clima sobre a incidência de pragas e doenças do cafeeiro foram adotadas as seguintes variáveis preditoras: temperatura (máxima, mínima e média), insolação, precipitação e umidade.

Todas essas variáveis condizem às médias mensais obtidas na Estação Meteorológica de Machado da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais).

Para correlacionar a incidência de pragas e doenças do cafeeiro com as variáveis climáticas preditoras foram utilizados os valores obtidos por meio dos monitoramentos mensais durante um período de um ano (dezembro/07 a novembro/08).

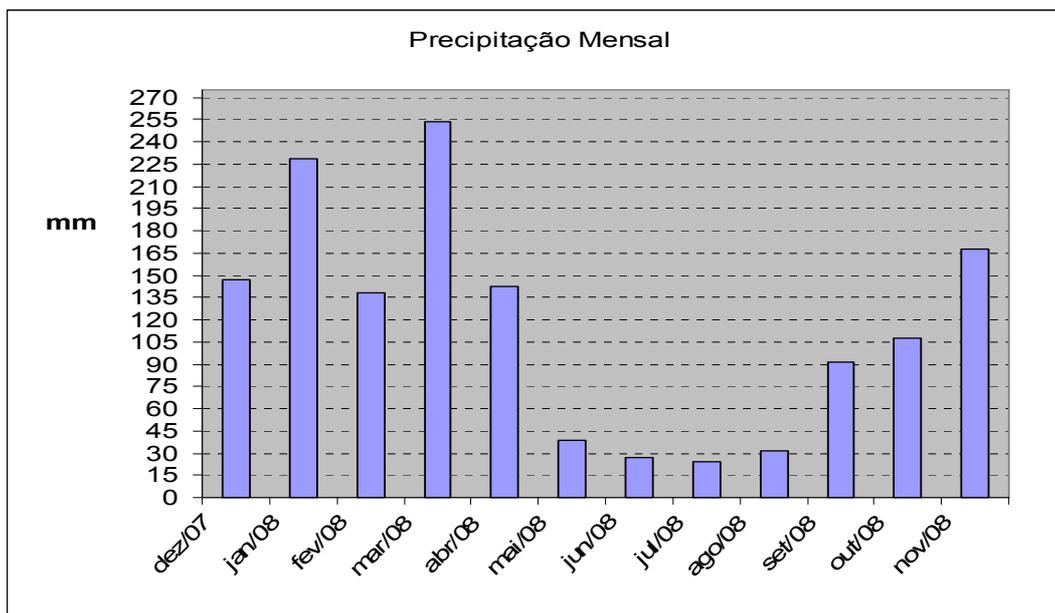


Figura 16. Precipitação mensal na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).

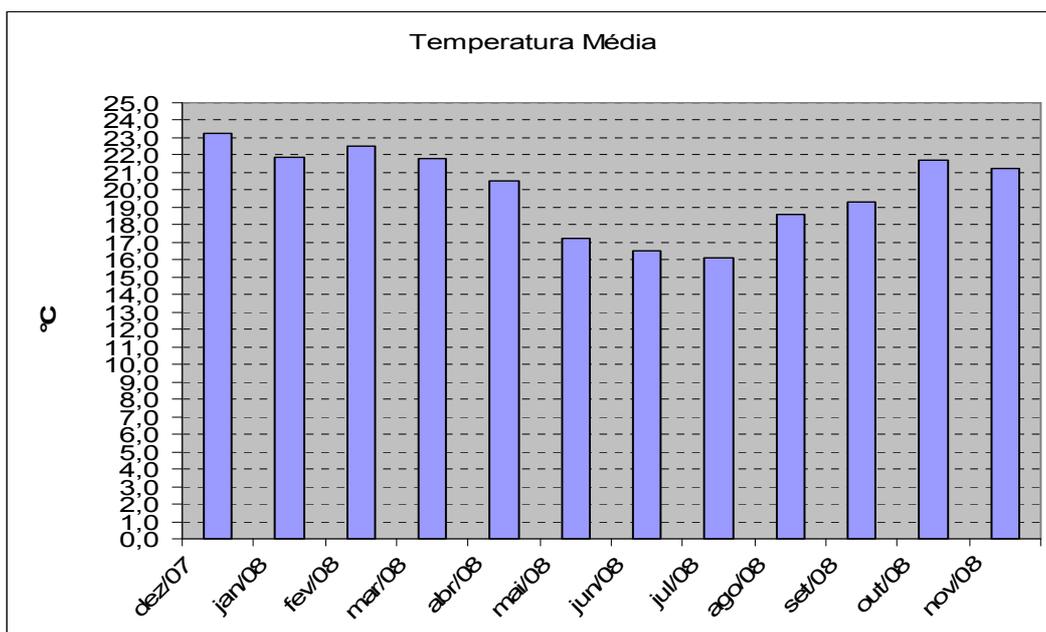


Figura 17. Temperatura Média na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).

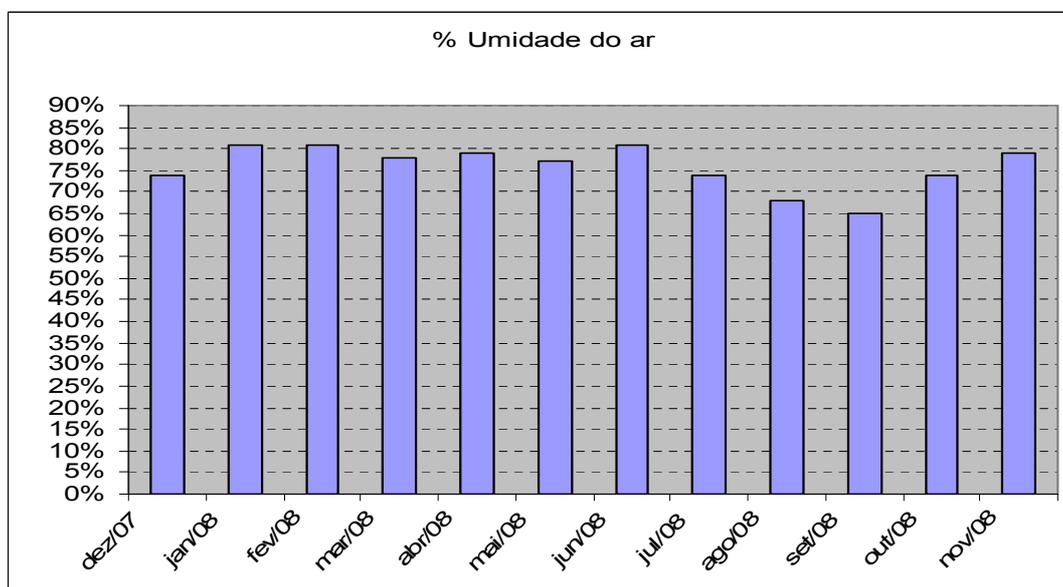


Figura 18. Umidade do ar na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).

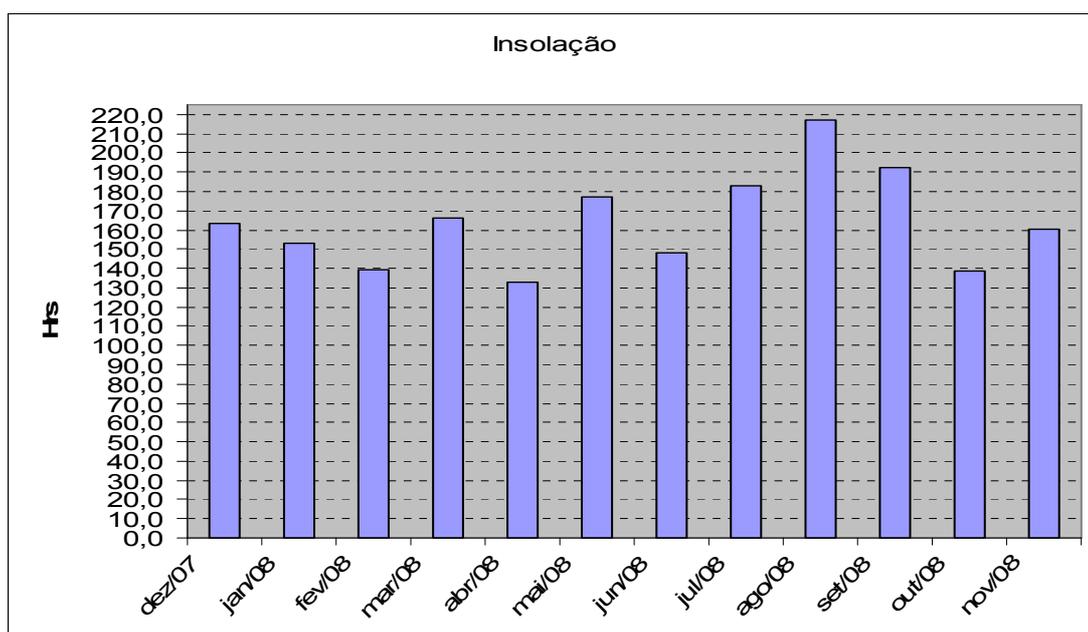


Figura 19. Insolação na região de Machado/MG (dez/07 a nov/08).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos sociais, econômicos e ambientais das unidades produtivas avaliadas

O agroecossistema convencional, organo-mineral e orgânico encontram-se em uma mesma propriedade tendo como proprietário o Sr. Sebastião Dias Pereira. Este, já idoso, reside no local há mais de 50 anos. Apesar de não ter realizado a distribuição das áreas da propriedade aos filhos no que tange aos aspectos legais e formais, permitiu que esses fizessem suas casas, montassem suas estruturas físicas (barracões, terreiros de café) e o plantio de lavouras e criação de animais. Assim, informalmente, a propriedade já foi dividida entre os filhos e cada um possui a sua lida no campo com as suas respectivas famílias. Atualmente, o Sr. Sebastião recebe uma pequena porcentagem do café colhido anualmente pelos filhos e genros.

A atividade predominante da propriedade é a cafeicultura. Tem como atividade secundária a pecuária leiteira e de corte, além de produzirem frutas, milho, feijão, batata, mandioca, outros gêneros alimentícios e criação de porcos e galinhas para a subsistência das famílias. Dentre todos os genros, o Sr. Evandro José Severino optou pelos modelos de produção caracterizados como organo-mineral e orgânico, banindo o uso de agrotóxicos de suas áreas de cultivo. Já o filho Maurílio Scalco Pereira cultiva o café no sistema convencional de manejo.

O Sr. Evandro, produtor de café orgânico e organo-mineral, exerce atividade agrícola na propriedade do sogro há cerca de 20 anos, porém sempre esteve ligado às atividades ligadas à terra. Sua família é composta por quatro membros, sendo a esposa e dois filhos, e todos o ajudam nas atividades diárias da propriedade. Quando não está trabalhando na lavoura, o agricultor atua como pedreiro, eletricitista e serralheiro. A esposa, além de cuidar dos pequenos animais, da horta e ajudar na secagem do café, trabalha como cabeleireira e costureira para a família e os demais parentes. Normalmente, mesmo nos períodos que exigem mais trabalho da família, como por exemplo, a colheita do café, não há contratação de mão-de-obra externa. O agricultor inicia a colheita juntamente com os filhos no mês de junho e finaliza no mês de

outubro, apesar de variar muito de um ano para o outro, dada a bienalidade na produção do café. Nos anos que terminam a colheita mais cedo, ajudam os parentes e vizinhos em suas lavouras.

Além da produção cafeeira, cultivam frutíferas (mamão, abacaxi, laranja, manga, maracujá, uva, framboesa), hortaliças (brócolis, beterraba, alface, couve, milho, abóbora, amendoim, etc.). A alimentação da família é produzida na própria propriedade. A sogra de Evandro cria aves, suínos e gado. Sendo assim, ela fornece leite, ovos, carne e gordura de porco para subsistência da família.

Diferentemente dos demais cunhados, Evandro passou a cultivar café organo-mineral e orgânico há oito anos. As suas lavouras orgânicas de café e banana são certificadas pela BCS Öko Garantie. Iniciou-se na agricultura orgânica pela busca de uma alimentação saudável, trabalho sem risco de intoxicações com os produtos químicos que utilizava anteriormente e pela oportunidade de obter melhores preços no café. É cooperado da Coopfam, da qual recebe orientações técnicas na produção orgânica. A origem dos insumos orgânicos aplicados nas lavouras provém do reaproveitamento dos subprodutos do café (palha do café), do esterco de gado do sogro e da compra de torta de mamona e biofertilizantes fornecidos a preços mais acessíveis pela cooperativa de Poço Fundo. Os adubos orgânicos (torta de mamona) vêm em sacos plásticos e os mesmos são utilizados para ensacar o café.

O agricultor relatou que a Coopfam significa muito para a sua família, pois lhe deu a oportunidade de inserir-se na produção de café orgânica e possibilita a venda do café à Europa a preços bem mais elevados que o café convencional, chegando a obter o dobro do valor. Trouxe conhecimentos técnicos de agricultura, permite constantemente novos aprendizados e um convívio harmonioso com os demais cooperados que se reúnem mensalmente pra trocar experiências agroecológicas e discutir assuntos pertinentes à cooperativa. Através de uma parceria da Coopfam com uma escola particular de ensino fundamental e básico (Método Positivo) os dois filhos recebem bolsas parciais de estudo, obtendo ensino de qualidade.

Evandro obtém recursos do Pronaf para investir em suas lavouras. Já utilizou desses recursos para construir tulha e terreiro. E deseja em breve financiar um veículo para transporte. Não possui muitos implementos agrícolas, somente o essencial para manejar a lavoura cafeeira, como uma roçadeira costal motorizada, que também serve para colher o café, enxadas, pulverizadores costais, etc. Quando as produções são altas tanto o Evandro como o Maurílio utilizam o secador de café do Sr. Sebastião.

Além de comercializar o café para o exterior através da Cooperativa, a banana que é plantada junto com o café orgânico também é escoada para o mercado. A família vende em média dez caixas de banana por mês ao hospital e escola da zona rural de Poço Fundo. Está muito satisfeito com as produtividades alcançadas nas lavouras cafeeiras em transição agroecológica (organo-minerais) e nas orgânicas.

Segundo o produtor, as maiores facilidades encontradas na atividade agrícola são o solo fértil para o cultivo do café e o apoio e companheirismo da família. E as dificuldades se encontram no preço dos insumos orgânicos, pois é preciso de três a quatro adubações ao ano e na colheita há a necessidade de contratar mão-de-obra externa.

O Sr. Evandro mencionou que por nenhuma proposta venderia sua propriedade, pois tem apego e valoriza a terra e os produtos que dela extrai, e a esposa está neste ambiente desde que nasceu; já participou de uma edição do Congresso Brasileiro de Agroecologia, valoriza muito a produção orgânica e disse que entende a Agroecologia como sinônimo de agricultura orgânica.

O agricultor Maurílio, filho do Sr. Sebastião produz café com manejo convencional e sempre trabalhou em atividades ligadas à agricultura, afinal, nasceu no Sítio Boa Vista. Sua família é composta pela esposa e dois filhos. Todos os membros da família ajudam Maurílio nas atividades agrícolas da lavoura: os filhos, geralmente após o término das aulas, colaboram nos tratamentos culturais da lavoura, e a esposa, no terreiro nas épocas de colheita. Sua propriedade tem 12 hectares sendo que dois hectares se destinam a criação de gado para comercialização de bezerros, venda de leite e subsistência da família. Também possuem criação de aves e suínos, além do cultivo de

hortaliças e frutíferas, estes somente para subsistência. O seu lote difere do agricultor orgânico principalmente no que se refere à arborização ao redor do domicílio, possuindo pouquíssimas árvores plantas. Já o Evandro possui um quintal florestal bem diversificado, que fornece produtos orgânicos (alimentos e madeiras) à família, serve de abrigo para insetos polinizadores e predadores naturais das pragas, além de favorecer o microclima da residência.

Os insumos utilizados pelo produtor na lavoura cafeeira convencional são comprados nas cooperativas e revendas de agroquímicos da região de Machado e Poço Fundo. Esses oneram e muito os custos das lavouras de café. A palha do café e o esterco do gado, dos porcos e das aves não têm nenhuma finalidade para o produtor convencional. Em sua unidade de produção há pouca integração entre os subsistemas (lavouras, hortas e criação de animais), evidenciando perdas de elementos nobres à nutrição dos cultivos (ricos em N, P, P, S e micronutrientes). As lavouras são plantadas em monoculturas e normalmente os solos ficam descobertos, favorecendo a erosão laminar.

Ao manusear agroquímicos o produtor faz uso de equipamentos para proteção: macacão, luvas, máscara, camisa de manga comprida e calça comprida. O armazenamento dos agroquímicos é feito longe da residência e dos corpos d'água. No entanto, ficam armazenados no paiol, juntamente com milho, farelos de trigo, produtos utilizados na alimentação dos animais. Esse local impróprio para o armazenamento dos produtos confere riscos de intoxicação aos animais e à família. Quanto à disposição final das embalagens dos agroquímicos, há uma devolução no posto de recolhimento regulamentado.

O produtor mencionou que já teve problemas de saúde (digestivo) ao manusear agroquímicos. Afinal, desde jovem utiliza produtos tóxicos nas lavouras, ou seja, há mais de 35 anos. Os agrotóxicos utilizados na lavoura cafeeira convencional se destinam ao controle de plantas espontâneas, broca, bicho-mineiro, cigarra, ferrugem e cercóspora. A orientação técnica do produtor provém dos vendedores de agrotóxicos e de alguns técnicos que simplesmente receitam produtos, sem averiguar a necessidade nutricional das lavouras e a incidência das pragas e doença.

Segundo Maurílio, a maior facilidade encontrada no desenvolvimento das etapas do cultivo de café é a secagem do mesmo no terreiro e as dificuldades se encontram na colheita, pois essa exige contratação de mão-de-obra externa. E normalmente a colheita é responsável por cerca de 30% do custo de produção da lavoura cafeeira. Apesar do oneroso custo da mão-de-obra, dos insumos químicos e da crise econômica enfrentada pela cafeicultura convencional, que não vem obtendo bons preços na comercialização de café nos últimos anos, o agricultor possui uma boa capitalização.

O agricultor que trabalha com café convencional ressaltou que sabe muito pouco sobre Agroecologia, mas acredita que esta se trata de algo relacionado à preservação do meio ambiente.

Quanto à qualidade do café, tanto o Evandro como o Maurílio relataram que nunca tiveram problemas, pois o café vendido normalmente tem bebida mole ou dura. Tal fato é atribuído às altas altitudes do cultivo e aos cuidados na pós-colheita, que exige atenção especial. Esse trabalho é feito de hora em hora pelas esposas nas épocas de colheita.

Observou-se que as residências das famílias localizadas no sítio Boa Vista apresentavam em sua totalidade, boa infra-estrutura. Todas possuem luz elétrica, controle de resíduos humanos, principalmente com o uso de fossas. Por outro lado, não possuem nenhum tipo de tratamento de suas fontes de água para consumo humano. Outro fato preocupante é que próximo à mina d'água que fornece água nas residências há plantio de lavouras que utilizam agrotóxicos.

O clima, a altitude e o solo oferecem excelentes condições para o cultivo do café no sítio Boa Vista, independentemente do tipo de manejo adotado. No entanto, a região é propensa a algumas esporádicas chuvas de granizo. E no ano em que se realizou a pesquisa, mais precisamente no início do mês de setembro de 2008, ocorreu uma chuva de granizo, causando danos físicos (quedas de folhas e afetando a produtividade da próxima safra) aos cafeeiros de todos três agroecossistemas presentes na propriedade. Porém, os agroecossistemas mais afetados foram o organo-mineral e o orgânico, acarretando inclusive a poda drástica dessas lavouras. Se a lavoura estivesse

sob o abrigo de árvores, os danos teriam sido atenuados e talvez não fosse necessário o corte dos cafeeiros. Pois a copa das árvores impediria o contato direto dos granizos com o cafeeiro.

O sítio Boa Vista possui seis pequenos fragmentos de matas secundárias, inclusive três deles próximos dos agroecossistemas avaliados. Os fragmentos perfazem um total de aproximadamente 12 hectares em mata e correspondem à área de reserva legal da propriedade. Esses fragmentos são essenciais para a preservação dos inimigos naturais das pragas do cafeeiro e de outras culturas, servindo de abrigo e fonte de alimentos secundários. A arborização dos cafeeiros poderia servir de corredor ecológico, interligando os fragmentos e favorecendo o fluxo dos animais.

Nos arredores do Sítio Boa Vista há uma fauna silvestre bem diversificada, destacando-se o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e diversas espécies de macacos. Um ícone da fauna local é o macaco bugio (*Alouatta guariba*). No sítio Boa Vista eles se fazem presentes nos fragmentos de matas e são conhecidos como macacos uivadores, pois possuem um grito muito estridente. Tem um significado interessante aos agricultores, pois avisam com antecedência através dos seus fortes roncões quando ocorrerá chuva. O *Alouatta guariba* é a espécie de bugio que habita a Mata Atlântica, desde o sul da Bahia (subespécie *Alouatta guariba guariba*) até o Rio Grande do Sul. A subespécie, que é encontrada no sítio do Sr. Sebastião em Poço-Fundo, consta na lista do Ibama como criticamente em perigo. O desmatamento ameaça a sobrevivência dos bugios de diferentes maneiras. A mais evidente é a retirada da vegetação, o que restringe seus ambientes a pequenos fragmentos isolados.

O agroecossistema agroflorestal faz parte de uma propriedade agrícola que possui um histórico de produção de café convencional e criação de gado. A família do agricultor Alex Nanetti é tradicional do município de Machado e apresenta boas condições financeiras. O Sr. Alex formou-se em Engenharia Agrônoma na escola de Agronomia de Machado (Esacma); mais tarde casou-se com a professora Dulcimara Nanetti, também formada em agronomia e hoje o casal possui um filho de sete anos. Receberam 30 hectares dessa

propriedade como herança do pai de Alex e a partir daí iniciou-se a transição agroecológica do agroecossistema. No início da transição, o agricultor relatou que as maiores dificuldades foram as drásticas quedas na produtividade do café.

A propriedade do agricultor e engenheiro agrônomo Alex Nanetti adotou o modelo de produção de café natural orgânico sob sistema agroflorestal em 1998 e possui cerca de 10 hectares de produção de café consorciado com frutíferas, eucalipto e árvores nativas, 7,4 hectares de RPPN (Reserva Patrimônio Particular Natural) e 12,6 hectares em pousio. O sistema agroflorestal adotado tem como principais culturas perenes o café e a banana, além de possuir diversas árvores nativas, frutíferas, madeireiras e algumas culturas anuais, que são utilizadas para subsistência das famílias do agricultor e de dois funcionários.

De acordo entrevista realizada com o cafeicultor Alex Nogueira Nanetti, em 1998 foi o último ano que se realizou a aplicação de fertilizantes químicos (NPK) e agrotóxicos no agroecossistema.

Quando a lavoura era conduzida nos moldes da agricultura convencional, recebia todos os tratamentos de adubação e controle fitossanitário químico, o que ocasionava uma dependência de recursos externos à propriedade, aumentando os custos de produção e diminuindo a renda do agricultor. Utilizava-se com frequência anual cerca de 400 kg de N/ha; 100 kg de P_2O_5 /ha; 300 kg de K_2O /ha; boro e outros micronutrientes no solo; pulverizações foliares com micronutrientes; fungicidas; inseticidas; acaricidas e herbicidas. Esse pacote tecnológico utilizado pelo agricultor acarretava sérios danos ambientais (contaminação dos recursos hídricos, intoxicação, morte de animais e desequilíbrio ambiental) e econômicos (altos custos dos insumos, preços baixos dos produtos convencionais, dependência de financiamentos). Atualmente, realiza-se apenas o manejo das ervas espontâneas e árvores com enxada, foice e roçadeira; a nutrição dos cafeeiros é baseada na ciclagem dos elementos, feita com subprodutos do café (palha), ervas espontâneas e serrapilheira acumulada através dos restos de folhas e galhos oriundos do sistema agroflorestal.

Em 2001 a propriedade recebeu a certificação do café, banana e eucalipto orgânicos pela certificadora BCS Öko-Garantie (certificadora alemã com reconhecimento do Ministério da Agricultura e do Abastecimento do Brasil). Atualmente, a propriedade comercializa banana orgânica (150 caixas por mês) e o eucalipto orgânico (moirões, tábuas etc.) nos mercados locais de Machado, além de comercializar a madeira para carvoarias da região. O café é vendido para a Inglaterra através dos parceiros (corretores) comercializadores de café, Bourbon Specialty Coffee, que compram o seu café e, juntam com outros lotes de café orgânico para completar contêineres de 300 a 500 sacas e os exportam. Nos últimos três anos têm alcançado cerca de R\$ 480,00 reais pela saca de café beneficiado (quase o dobro do preço em relação à saca de café convencional) e a safra de 2008 poderá ser vendida em torno de U\$ 210,00 dólares a saca de 60 kg. Em 2001, quando um lote de seu café orgânico foi eleito como 2º melhor do concurso de qualidade Cup of Excellence, promovido pela BSCA – Brazil Specialty Coffee Association, teve a oportunidade de vender o café a preços bastante elevados. Na safra de 2008, ficou entre os 80 melhores classificados do Brasil no mesmo concurso de qualidade do café que privilegia a qualidade da bebida do produto.

Em 2008 a produção de café orgânico alcançou aproximadamente 180 sacas beneficiadas, na área total de 10 hectares de lavoura cafeeira, obtendo uma produtividade média de 18 sacas/ha. No entanto a produtividade média do café nos últimos quatro anos foi de 14 sacas beneficiadas/ha.

O agricultor Alex Nanetti, apesar de trabalhar na propriedade, realiza outras atividades, oferecendo cursos de cafeicultura e técnicas de pós-colheita do café. Dessa maneira, além dos dois funcionários que mantêm fixos durante o ano, contrata mão-de-obra esporadicamente, principalmente para roçar as plantas espontâneas nas entrelinhas do cafeeiro. O agricultor não mora na propriedade, que fica a 12 km da cidade de Machado/MG, onde reside com sua família.

Além dessas principais culturas, o agroecossistema agroflorestal oferece segurança alimentar às famílias do agricultor proprietário e de seus dois assalariados permanentes. Produz-se diversos produtos destinados à

subsistência dessas famílias como arroz, feijão, milho, banana, café, manga, acerola, goiaba, abacate, palmito, mamão, mandioca, cana, mel, etc.

No que tange aos aspectos ambientais, pode-se observar uma complexidade florística interessante no sistema, pois além das frutíferas, do eucalipto e do cafeeiro, o sistema abriga diversas espécies nativas que contribuem para o aumento da resiliência do sistema. Tal diversidade florística possibilita o aumento da biodiversidade faunística, que tem sido verificada na agrofloresta pelos agricultores locais. Verifica-se com abundância a presença de aves (tucano, pássaro-preto, sabiá, canário da terra, pombas, rolinhas, jacu etc.); répteis (cobras, lagartos etc.), mamíferos (veado, lobo-guará, cachorro do mato, jaguatirica, gato do mato, tatu, lebre, paca, macacos etc.); anfíbios (rãs, sapos e pererecas) e invertebrados (formigas, insetos predadores, sugadores, parasitóides, colêmbolas, ácaros, minhocas, aranhas, borboletas, besouros, etc.). Com o aumento da biodiversidade do sistema, acredita-se que a nutrição dos cafeeiros e o controle biológico de pragas foram favorecidos, pois a lavoura cafeeira apresenta boa sanidade e a incidência da broca (*Hyphotenemus hampei*) e do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) não têm causado dano econômico, fato comprovado empiricamente pelo agricultor, mediante monitoramentos mensais nas lavouras.

Além disso, os agricultores entrevistados relataram o aumento do número de minas d'água e do volume da água nos recursos hídricos presentes na propriedade, após a implantação do sistema agroflorestal. A cobertura vegetal do solo por plantas espontâneas e a grande quantidade de serrapilheira (restos de folhas, árvores, palhas etc.) em decomposição favorece a atividade biológica edáfica e permite a manutenção da umidade do solo.

O agricultor citou que uma das maiores dificuldades enfrentadas antes da realização da conversão do sistema de manejo convencional para agroflorestal era a dependência da propriedade por apenas uma cultura, o café, que nunca possuía garantia de preços. A lavoura convencional apresentava quedas bruscas na produção a cada dois anos (bienalidade da cultura cultivada a pleno sol) e os custos elevados dos insumos agrícolas diminuía a renda anual. A monocultura do café praticada anteriormente pelo agricultor o colocava

numa situação econômica delicada, uma vez que a renda possuía caráter anual e/ou bianual. A diversificação da produção mudou a lógica comercial da unidade produtiva e possibilitou ganhos econômicos (renda mensal, diversificação de produtos a serem comercializados), sociais (geração de emprego) e ambientais (conservação do solo, dos recursos hídricos e abrigo aos animais; controle biológico natural das pragas do cafeeiro).

A complexidade da biodiversidade existente no agroecossistema agroflorestal possivelmente está desencadeando um equilíbrio ecológico que auxilia nos processos de auto-regulação de pragas, vegetação espontânea e doenças, aumenta o poder de recuperação dos agroecossistema frente às adversidades climáticas e fitossanitárias, proporciona maior estabilidade, flexibilidade, resiliência, equidade, auto-suficiência do agroecossistema.

O estilo de agricultura natural adotado nessa unidade de produção é um exemplo de possibilidade de exploração agrícola que respeita o meio ambiente, maximiza os processos ecológicos, permite um equilíbrio harmônico entre o homem e a natureza. E apesar de representar uma intervenção no ambiente, como qualquer outro modelo de agricultura, evita os severos impactos causados pela agricultura convencional, o uso de fontes energéticas irrenováveis (agroquímicos), a contaminação e degradação ambiental e ainda contribui com a conservação e preservação dos recursos naturais.

Pode-se observar que os agricultores familiares que adotam o sistema de manejo orgânico, além de possuírem ideais no tocante às questões ambientais, sociais, culturais, preocupam-se com a qualidade do produto a ser destinado ao consumidor, fato que podemos associar aos princípios éticos e econômicos que a cafeicultura orgânica local possui.

Energeticamente, o sistema convencional, organo-mineral e orgânico são caracterizados pelas entradas de insumos não produzidos no organismo agrícola e denotam alta dependência de fontes externas de energia. Os aportes externos de insumos orgânicos são frequentes no sistema orgânico, pois o uso da palha de café e de esterco animais provenientes do próprio organismo agrícola não supre a demanda de nutrientes necessários à lavoura cafeeira, sendo obrigatório a compra de insumos industrializados permitidos pelas

normas de agricultura orgânica. O agroecossistema agroflorestal orgânico apresenta um processo natural de reciclagem dos nutrientes fornecidos pela grande quantidade de serrapilheira encontrada sob o solo. A produtividade média do agroecossistema convencional nos últimos três anos foi inferior ao organo-mineral e orgânico, apesar de ser o sistema que mais utilizou *inputs* externos de insumos, o que pode afetar a sua sustentabilidade a médio e longo prazo.

O café certificado como orgânico produzido no agroecossistema orgânico e no agroecossistema agroflorestal tem alcançado valores interessantes. De acordo com o agricultor Evandro José Severino, em 2008 a saca beneficiada (60 kg) de café orgânico foi comercializada em torno de R\$ 508,00, representando um adicional monetário de mais de 100% em relação à saca de café convencional, que alcançou cerca de R\$ 250,00. O mesmo agricultor comercializou a saca de café organo-mineral (SAT) a R\$ 310,00. Alguns cafeicultores que utilizam o sistema organo-mineral citaram que as principais vantagens desse modelo é o fato de não terem riscos de intoxicação durante a aplicação, poder cultivar outros gêneros alimentícios nas entrelinhas dos cafeeiros sem correrem o risco de contaminação desses alimentos, conservação dos recursos hídricos na propriedade isentos de contaminação e uma possibilidade de melhores preços obtidos na saca de café beneficiado.

4.2 Pragas do cafeeiro

4.2.1 Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* – Guérin – Mèneville, 1842)

Foi avaliada a infestação populacional do bicho-mineiro tomando amostras no terço mediano das plantas, durante um período de 12 meses, nos quatro agroecossistemas caracterizados.

Segundo Souza et al. (1998), deve-se considerar, para início do controle dessa praga, 20% ou mais de folhas minadas no terço superior (local de coleta de folhas) ou 30% ou mais de folhas minadas nos terços médio e superior (locais de coletas de folhas) dos cafeeiros.

Consideram-se folhas minadas com minas intactas, de qualquer tamanho. No sistema convencional, as infestações do bicho-mineiro do cafeeiro

não ultrapassaram 2% no período de dezembro de 2007 a agosto de 2008. Somente nos meses de setembro e outubro teve-se um pico populacional crescente, atingindo níveis de 3,5% e 4,5%, consecutivamente, conforme segue na Figura 20.

No entanto, tais níveis de incidência são considerados incapazes de causar dano econômico à cultura. Verificou-se no agroecossistema organo-mineral níveis baixos de incidência do bicho-mineiro em todas as avaliações. Como pode ser observado na Figura 21, no mês de dezembro de 2007 obteve-se 3% de infestação. De janeiro a agosto de 2008, os índices não ultrapassaram 2% e em outubro observou-se o maior pico populacional (8,5%). No entanto, em nenhuma avaliação a evolução populacional da praga mostrou-se capaz de alcançar níveis que viessem a causar dano econômico ao sistema cafeeiro produtivo manejado nos moldes da cafeicultura organo-mineral.

Já no agroecossistema orgânico os níveis de incidência da praga não atingiram 2% em todos os meses de avaliação, com exceção do mês de setembro, chegando-se a um índice de 2,5% (Figura 22). Justifica-se que as avaliações nesse sistema de manejo foram feitas somente até o mês de setembro pelo fato da lavoura ter sofrido uma forte chuva de pedra e conseqüentemente, o agricultor realizou uma poda drástica nos cafeeiros.

Os cafeeiros conduzidos no agroecossistema agroflorestal sofreram mínimas infestações nos meses de dezembro de 2007 a agosto de 2008, com oscilações na incidência entre 0,5% e 5,5% (Figura 23). No entanto, verificou-se que a incidência da praga evoluiu crescentemente nos meses de setembro, outubro e novembro de 2008, período caracterizado pelas poucas chuvas e altas temperaturas no município (Figuras 16 e 17). Nesses três últimos meses avaliados (setembro, outubro e novembro), a infestação do bicho-mineiro atingiu os índices de 9,5%, 19,5% e 16,5%, consecutivamente. Salienta-se que mesmo com esse pico populacional da praga a sua incidência não foi suficiente para alcançar o nível econômico de dano estabelecido para esta praga.

Acredita-se que o grande porte dos cafeeiros, o alto índice de enfolhamento e um espaçamento menor possibilitaram o auto-sombreamento

dos cafeeiros nos agroecossistemas convencional, orgânico e organo-mineral, diminuindo a insolação e altas temperaturas, interferindo nas condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da praga. Cafeeiros plantados em espaçamentos adequados para alta tecnologia propiciam melhores condições para o ataque do bicho mineiro, desenvolvendo-se bem em condições de maior insolação e baixa umidade do ar (Reis et al., 2002).

Através de observações a campo durante as coletas dos dados de infestação de bicho-mineiro notou-se um menor índice de enfolhamento e porte dos cafeeiros no agroecossistema agroflorestal em relação aos demais agroecossistemas. Essas variações possivelmente contribuíram com as maiores infestações do bicho-mineiro no sistema agroflorestal. O baixo nível de enfolhamento e o porte reduzido dos cafeeiros permitem índices elevados de solarização nas folhas das plantas de café, afetando o microclima do agroecossistema. Tais variáveis favorecem uma elevação da temperatura no ambiente agrícola, condição necessária para o crescimento populacional do bicho-mineiro.

Provavelmente o estado fisiológico dos cafeeiros seja afetado pelo sistema de colheita seletiva adotado no sistema agroflorestal. E a condição fisiológica das plantas de café poderá influenciar positivamente a infestação do bicho-mineiro. Sabe-se que este sistema de colheita permite a obtenção de café com excelente qualidade. No entanto, a maturação desigual e lenta dos frutos ocasionada pelas diversas floradas em períodos distintos e pelo sombreamento permite que a presença de frutos nas plantas se prolongue por um período maior de tempo, uma vez que a retirada de frutos dos cafeeiros ocorrerá somente quando estes estiverem no estágio de café cereja. Além disso, possivelmente os mecanismos de defesa do cafeeiro são afetados pelo desgaste energético causado pela granação e maturação dos frutos, que no caso, foi por um período maior de tempo. A disponibilidade de nutrientes minerais pode influenciar a seleção do hospedeiro pelo inseto por alterar a composição química, a morfologia e anatomia, bem como a fenologia da planta (MARSCHNER, 1995 *apud* CAIXETA et al., 2004). Alta disponibilidade de N aumenta o teor foliar de aminoácidos e proteínas, bem como o crescimento

vegetativo, retardando a maturação e lignificação dos tecidos, enquanto que, a adequada nutrição potássica aumenta essa lignificação (CAIXETA et al., 2004). Dessa forma, estudos futuros nessa linha temática poderão averiguar a hipótese levantada neste trabalho.

Outra hipótese levantada no estudo diz respeito ao manejo agroflorestal adotado na propriedade, pois talvez ele não consiga suprir as necessidades nutricionais do cafeeiro. Aporte de nutrientes via manejo orgânico do solo (aplicação de composto orgânico, manejo sistemático da biomassa vegetal) é fundamental à nutrição e sanidade das plantas.

De qualquer forma, os resultados observados nesta pesquisa indicam que as infestações do bicho-mineiro nos sistemas alternativos de produção não atingiram níveis capazes de gerar dano econômico à cultura. Tais dados confirmam as afirmações de Khatounian (2001), de que a exclusão dos agrotóxicos e de adubos solúveis, a utilização de biomassa como fertilizante, o estímulo à biodiversidade e o uso de alguns preparados, no seu conjunto, têm-se mostrado eficientes para reduzir os danos por pragas.

Apesar de não ser objetivo do presente trabalho, observou-se sinais de predação das lagartas do bicho-mineiro por vespas. De acordo Reis et al. (2002), a ocorrência do bicho-mineiro está condicionada a diversos fatores, dentre eles a presença ou não de predadores e parasitóides. Acredita-se que a presença de fragmentos de matas no entorno de todos os agroecossistemas caracterizados servem como abrigo e fonte de alimentos secundários aos inimigos naturais do bicho-mineiro, sendo uma das determinantes que possibilitaram níveis de infestações abaixo do nível de dano econômico em todas as avaliações dos agroecossistemas estudados.

Sabe-se que o café no Brasil, desde o início de sua implantação no século XVIII até os dias atuais, é realizado em monocultivos a pleno sol, acarretando maiores níveis de insolação e altas temperaturas nos agroecossistemas, o que contribui positivamente com elevadas infestações do bicho-mineiro, se não for monitorado e controlado com o uso de inseticidas.

Por isso, acredita-se que a arborização dos cafeeiros é uma prática cultural indicada para a minimização da insolação e altas temperaturas nos

agroecossistemas e, conseqüentemente, um microclima nessas condições evidenciadas diminuirá a evolução da infestação da praga. Segundo Guharay et al. (2001), a presença de árvores no sistema reduz a temperatura e a entrada de luz, e aumenta a umidade no ambiente, variáveis que influenciam as dinâmicas das pragas.

A associação de cafeeiros com espécies arbóreas pode significar maior estabilidade da produção, redução da bialidade, redução da incidência de plantas daninhas e da seca dos ponteiros, do bicho-mineiro, proteção contra geadas e uma diversificação da fonte de renda do produtor (CAMPOE et al., 2003a e b *apud* RIGHI, 2005), (LUNZ et al., 2004 *apud* RIGHI, 2005).

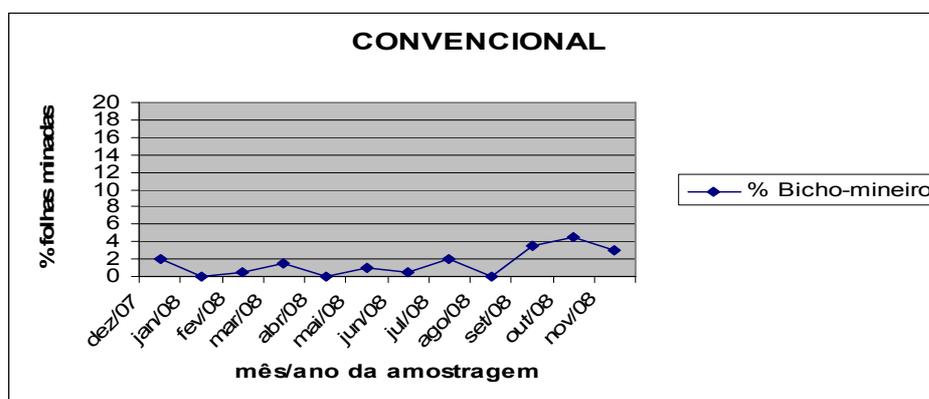


Figura 20. Incidência do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, em folhas de cafeeiro no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).



Figura 21. Incidência do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, em folhas do cafeeiro no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a nov/08).

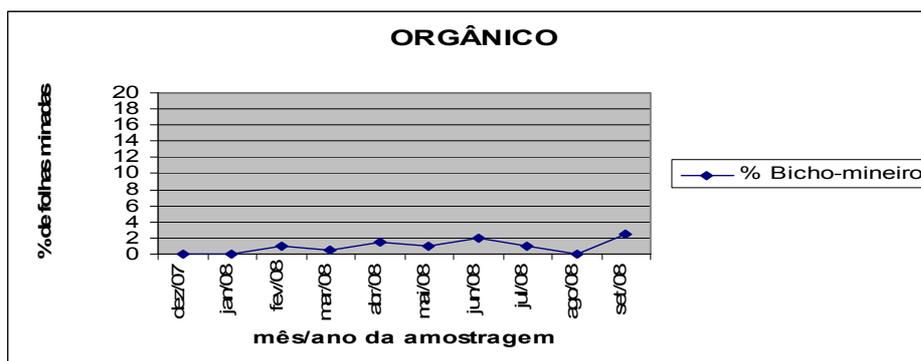


Figura 22. Incidência do bicho-mineiro, *Leucoptera Coffeella*, em folhas de cafeeiro no agroecossistema orgânico (dez/07 a nov/08).

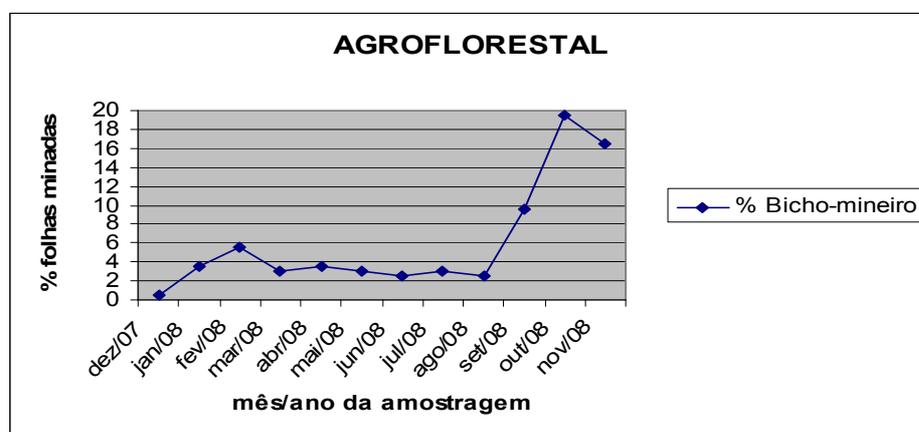


Figura 23. Incidência mensal do bicho-mineiro ao longo do ano em sistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).

4.2.2 Broca-do-café (*Hypothenemus hampei* – Ferrari, 1867)

As avaliações da infestação da broca-do-café foram realizadas através de análises não destrutivas, ou seja, avaliavam-se a presença ou não de frutos brocados sem retirá-los dos cafeeiros, de acordo com a metodologia já descrita. Os monitoramentos foram realizados mensalmente, com início das avaliações em dezembro de 2007 e término em junho de 2008.

De acordo com Moraes (1997) *apud* Martins (2003), os danos provocados pela broca-do-café começam quando a infestação atinge valores de 3 a 5% ou acima de 5%.

No agroecossistema convencional pode-se verificar o início de uma pequena infestação de 0,46% somente em fevereiro de 2008. Em março

ocorreu um decréscimo da infestação (0,31%), em abril e maio observaram-se as maiores índices, 1,3% e 1,35%, consecutivamente, e no último mês de avaliação (junho) obteve-se 0,98% (Figura 24).

No agroecossistema organo-mineral observou-se baixíssimos índices de infestação da broca, onde a incidência variou de 0,052% a 0,67% no período de avaliação, conforme se pode observar na Figura 25. Coincidentemente, no agroecossistema orgânico a infestação da broca atingiu níveis parecidos aos encontrados no sistema organo-mineral, variando de 0,05% a 0,72% (Figura 26).

Como se pode observar na Figura 27, a evolução populacional da broca-do-café no agroecossistema agroflorestal manteve-se abaixo de 0,6% em todos os meses que se realizou o monitoramento, exceto no mês de maio onde atingiu um índice de 1,14%. No entanto, em todas as avaliações realizadas evidenciaram-se índices insignificantes de infestação.

Verificou-se que, em nenhum agroecossistema, a infestação da broca-do-café foi superior a 3%, porcentagem representativa do nível de dano econômico. Dentre todos os sistemas, o convencional obteve o maior índice de infestação em maio de 2008 (1,35%), conforme se pode observar na Figura 24. E os agroecossistemas organo-mineral e orgânico atingiram infestações menores que 0,67% e 0,72%, consecutivamente (Figuras 25 e 26).

Em todos os agroecossistemas (convencional, organo-mineral e orgânico), a colheita foi feita com derriçadores costais motorizados, com exceção do agroflorestal, que foi realizada de forma seletiva e manual, onde se privilegiava somente a retirada de frutos cereja. Na colheita mecanizada, enquanto o operador da máquina derriçava os frutos, uma outra pessoa realizava o repasse através da colheita manual.

Os dois sistemas de colheita utilizados pelos cafeicultores evidenciam práticas agrícolas essenciais ao manejo alternativo da broca-do-café. A derriça do café sobre panos de polietileno juntamente com repasse para retirada dos grãos remanescentes e a colheita seletiva somente dos frutos maduros visam uma colheita bem feita, evitando-se deixar frutos nas plantas e no solo. A

colheita seletiva impede a possível queda de frutos secos no chão, que servem de abrigo para a praga.

Sabe-se que frutos deixados na planta ou no chão representam riscos de infestações da broca no ano seguinte, pois elas utilizam esses frutos remanescentes como abrigo nos períodos que podem variar de maio a novembro (entressafra), dependendo da época da colheita e floração do café, iniciando um novo ciclo com entrada nos frutos “jovens”, conhecidos como chumbinhos.

Apesar das infestações da broca nos agroecossistemas avaliados não atingirem níveis capazes de causar dano econômico, pode-se constatar que a lavoura cafeeira convencional sofreu maior incidência da praga mesmo utilizando o inseticida Endossulfan, obtendo em alguns meses de avaliação o dobro da infestação em relação aos demais sistemas que não utilizaram agrotóxicos. Presume-se que assim o agroecossistema convencional teve um custo adicional na compra do inseticida e na aplicação do mesmo, enquanto os agroecossistemas alternativos adquiriram maior resiliência à praga devido ao manejo utilizado e ao possível equilíbrio biológico gerado pela abstinência ao uso de agrotóxicos nos sistemas.

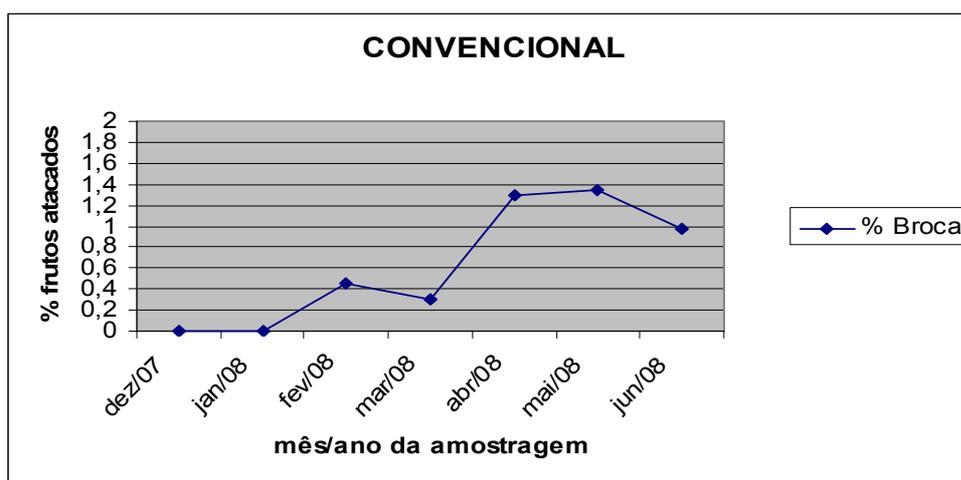


Figura 24. Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) no agroecossistema convencional (dez/07 a jun/08).

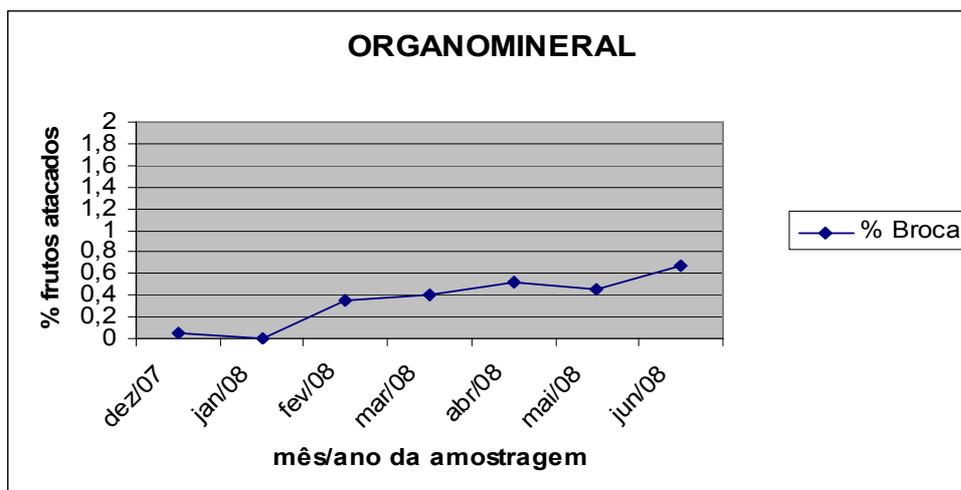


Figura 25. Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a jun/08).

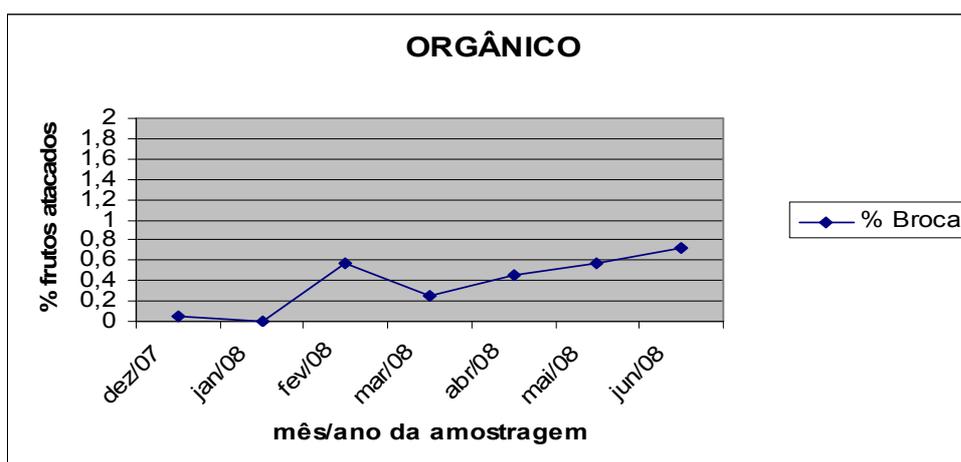


Figura 26. Porcentagem de frutos atacados pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) no agroecossistema orgânico (dez/07 a jun/08).

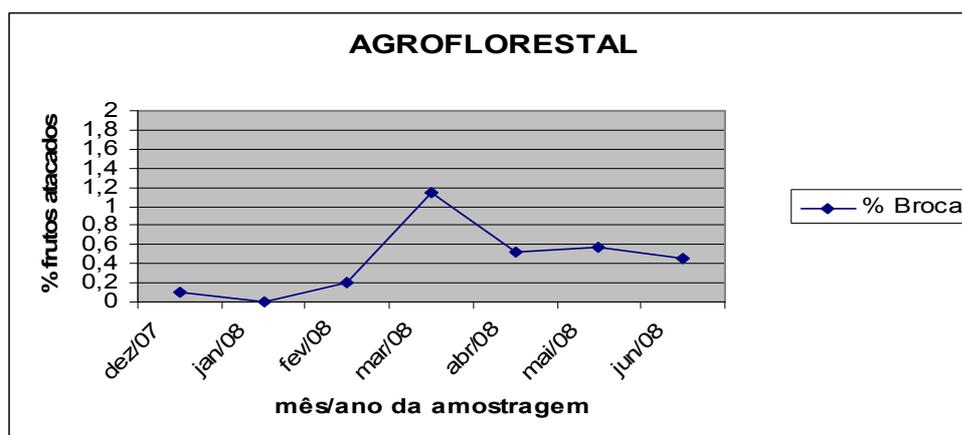


Figura 27. Infestação populacional da broca-do-café em frutos analisados no cafeeiro (dez/07 a jun/08).

4.3 Doenças do cafeeiro

4.3.1 Ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk e Br)

Observou-se que a maior incidência da ferrugem no agroecossistema convencional ocorreu no mês de agosto, atingindo 15% (Figura 28). Nesse presente estudo, realizado “*in loco*” em agroecossistemas de produção agrícola familiar, avaliando-se justamente o manejo adotado, somente o agroecossistema convencional utilizou método de controle contra a ferrugem do cafeeiro.

O comportamento da ferrugem no agroecossistema organo-mineral (SAT) apresentou níveis de incidência acima de 25% em abril de 2008 e partir desse mês a evolução da doença foi crescente, tendo seu pico máximo em julho/08, quando atingiu uma severa incidência de 91% (Figura 29).

No agroecossistema orgânico, a incidência atingiu nível de dano econômico a partir de abril de 2008 (39%) e partir daí sua evolução foi crescente e constante até setembro de 2008 (87,5%), apresentando certa similaridade quanto à evolução da doença no agroecossistema organo-mineral (Figura 30). Martins (2004) também registrou severos índices de ataque da ferrugem em cafeeiros susceptíveis sob manejo orgânico, alcançando níveis de até 70% de incidência, principalmente nos meses de maio, julho e julho.

Em maio e junho ocorreram os maiores picos da incidência da ferrugem no agroecossistema agroflorestal, apresentando índices de 83% e 82%,

consecutivamente (Figura 31). A partir do mês de abril, verificou-se um pico crescente na evolução da doença até o mês de agosto, quando se observa um decréscimo, apesar de manter-se em elevados índices capazes de gerar prejuízos econômicos até o mês de outubro (Figura 31).

Dessa forma, métodos de prevenção para evitar ou atenuar a incidência de doenças; monitoramento das doenças; determinação de possíveis correlações entre patógenos, hospedeiro e ambiente poderão minimizar ou até mesmo evitar os danos causados por doenças (CARVALHO et al., 2005).

Os monitoramentos no agroecossistema orgânico foram realizados somente até setembro/08, diferentemente dos demais que tiveram suas avaliações até novembro/08, pelo fato dos cafeeiros terem sido cortados após uma intensa chuva de granizo que ocorreu em meados do mês de setembro, acarretando severa desfolha dos cafeeiros.

Embora a pesquisa determine que a partir de 10% de infestação há necessidade de realizar o controle químico (CHALFOUN, 1997), em nenhum dos agroecossistemas alternativos realizou-se algum tipo de controle durante a execução das avaliações. Acredita-se que este fato colaborou com a evolução da ferrugem nos agroecossistemas alternativos. Além disso, a variedade de café Mundo Novo utilizada em todos os agroecossistemas não possui resistência genética. A alta carga pendente provavelmente possibilitou um elevado dispêndio energético em detrimento do sistema de defesa natural das plantas. A lavoura adulta de porte alto acarretou auto-sombreamento, propiciando um microclima propício ao desenvolvimento da doença. Dentre os fatores ambientais, a chuva e a temperatura são os mais importantes para o desenvolvimento da doença (VALE et al., 2000).

Segundo Carvalho et al. (2002), o controle cultural da ferrugem dá-se através de adubações equilibradas e desbrotas, evitando-se o excesso de hastes e, conseqüentemente, o auto-sombreamento, além da realização de podas nos cafeeiros, evitando-se o fechamento da lavoura.

O plantio de cultivares resistentes à ferrugem, tais como o Icatu, o Catucaí Amarelo 2SL, o Siriema e muitas outras é a forma mais viável de se prevenir ao ataque da ferrugem, principalmente para a cafeicultura orgânica.

No entanto, há inúmeras lavouras cafeeiras em produção com variedades suscetíveis ao ataque de *Hemileia vastrarix* que já passaram pelo processo de conversão tornando-se sistemas orgânicos. Além disso, existem muitos cafeicultores que pretendem transformar suas áreas sob cultivo convencional em lavouras orgânicas e outros, que por tradição ou desconhecimento, preferem implantar lavouras com variedades que não possuem resistência genética à ferrugem.

Verificaram-se baixos níveis dos nutrientes fósforo e boro no solo de todos os agroecossistemas avaliados e deficiência de potássio nos agroecossistemas orgânico e agroflorestal. O solo do sistema organo-mineral e orgânico estavam com baixos índices de cobre e ferro. E o sistema edáfico da lavoura orgânica possuía baixos níveis de zinco. De acordo com Pozza et al. (2004), as deficiências e os desequilíbrios nutricionais promovem mudanças na forma, na anatomia e na bioquímica das plantas, podendo torná-las mais suscetíveis às doenças. Segundo o mesmo autor, a falta de fósforo diminui a síntese de proteínas, alcalóides, lignina e glicosídeos; nível baixo de boro promove a acumulação de açúcares nas folhas, proporcionam paredes celulares mais finas, menor lignificação dos tecidos e menor síntese de calose; a falta de potássio proporciona o acúmulo de açúcares e aminoácidos de baixo peso molecular, além de diminuir a síntese e acúmulo de compostos fenólicos; níveis baixos de cobre proporcionam menor lignificação dos tecidos e perda do efeito direto como fungicida; a ausência do íon ferro resulta na suscetibilidade das células, pois é essencial para a síntese de fitoalexinas e indução de resistência a doenças.

A utilização de produtos permitidos pela agricultura orgânica, tais como calda bordalesa, calda sulfocálcica, extratos orgânicos indutores de resistência e biofertilizantes poderiam atenuar os elevados índices de infecção alcançados pela doença em todos os agroecossistemas avaliados. De acordo com Santos et al. (2007), o uso de extratos vegetais possuidores de substâncias bioativas são capazes de atuarem como indutores de resistência às doenças em plantas.

Estudo realizado por Santos et al. (2007) sobre a ferrugem em cafeeiros pulverizados com extrato aquoso de casca de fruto de café e extrato aquoso de

folhas de café com ferrugem demonstrou uma menor incidência em comparação à testemunha pulverizada com água ($P=0,0327$) e semelhança à testemunha pulverizada com Viça-café plus, ao extrato aquoso de lobeira (*Solanum lycocarpum*) infectada com *Crinipellis pernicioso* e ao extrato comercial de biomassa cítrica (Ecolife). Dessa maneira, entende-se que os agroecossistemas estudados poderiam ter recebido adubações mais equilibradas e controle alternativo de doenças e pragas em virtude das altas incidências encontradas.

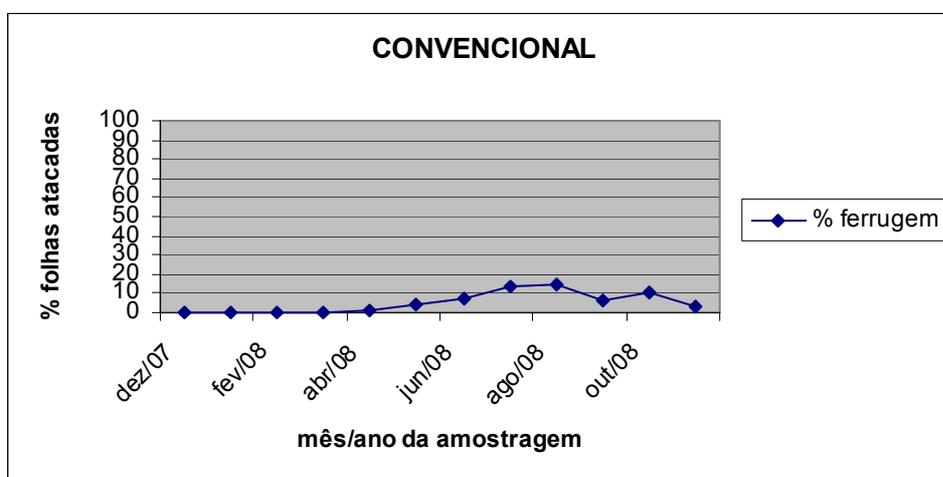


Figura 28. Incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).

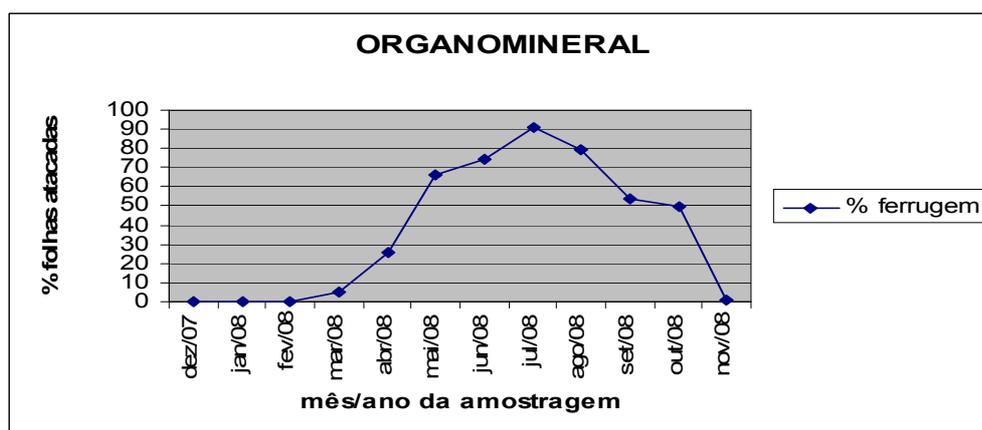


Figura 29. Incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) no agroecossistema organo-mineral (SAT) (dez/07 a nov/08).

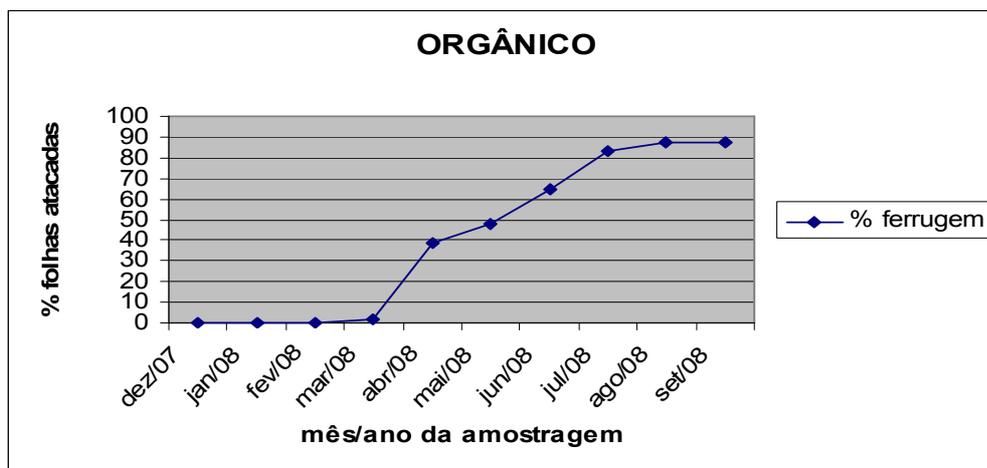


Figura 30. Incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) no agroecossistema orgânico (dez/07 a nov/08).

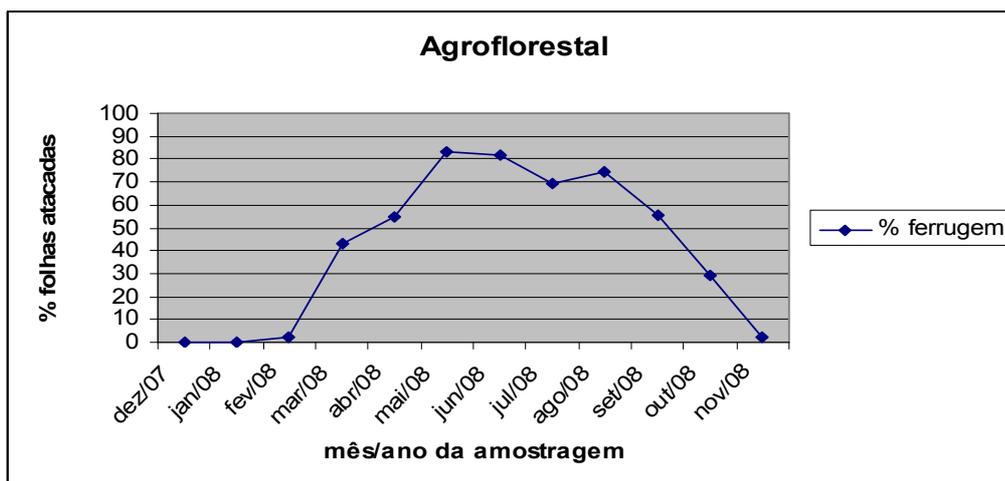


Figura 31. Incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) em agroecossistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).

4.3.2 Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk e Cook)

Dentre todos os agroecossistemas avaliados, o convencional alcançou os menores índices de ataque da cercosporiose, apesar de sofrer um elevado pico de 39% no mês de julho, valor considerável e capaz de ocasionar danos à lavoura (Figura 32). Tal resultado coincidiu com o período de granação e maturação dos frutos num ano de alta carga pendente e condições severas de insolação sobre os cafeeiros (Figura 19).

No agroecossistema organo-mineral, a cercosporiose atingiu maiores níveis de incidência em maio e julho, 55% e 75% (Figura 33), respectivamente, período que também coincidiu com a fase de maturação dos frutos, temperaturas amenas e longos períodos de insolação (Figuras 17 e 19). De acordo Carvalho & Chaufoun (1998) *apud* Talamini et al. (2001), a incidência da cercosporiose é influenciada pela nutrição, fatores ambientais como excesso de insolação e baixos níveis de água no solo, o que predispõe as plantas à doença.

O agroecossistema orgânico apresentou incidência acima de 40% durante os meses de maio, junho e julho (Figura 34). O pico de incidência da cercosporiose foi observado no mês de julho (54,5%), resultado semelhante verificado por Martins (2004) quando registrou em lavouras orgânicas de café em Minas Gerais incidência acima de 59%.

A partir do mês de maio, verificou-se uma crescente evolução da cercosporiose no agroecossistema agroflorestral, obtendo em julho sua maior ocorrência, ultrapassando 65% do total de folhas com sintomas da doença. Já nos meses seguintes, constatou-se uma queda gradativa da incidência da doença. Observaram-se os seguintes níveis de ocorrência da doença: 58%, 30%, 31,5% e 7,5%, consecutivamente (Figura 35). Os maiores picos da doença, como nos demais agroecossistemas, também ocorreram concomitantemente à maturação dos frutos (maio, junho, julho e agosto), período de maior gasto energético da planta, onde os fotoassimilados são deslocados das folhas para o desenvolvimento dos frutos de café.

Pode-se inferir que no período de granação e maturação do café, onde os nutrientes do cafeeiro são deslocados das folhas aos frutos, há maior possibilidade de ocorrer alta incidência da doença devido a uma provável diminuição dos compostos fenólicos responsáveis pela defesa das plantas. Além disso, foi detectado deficiência de diversos nutrientes no solo em todos os agroecossistemas avaliados. As análises de solo demonstraram baixo pH do solo nos agroecossistemas cafeeiros. O desequilíbrio de nutrientes somado à acidez do solo pode ter contribuído com a maior incidência da cercóspora nas lavouras cafeeiras estudadas.

Para Pozza et al. (2004), a calagem, além de interferir no pH do solo, fornece Ca e Mg para as plantas, tornando-se um fator muito importante para o controle de algumas doenças como a cercosporiose do cafeeiro. De acordo com Prado e Nascimento (2003), o IBC possui trabalhos indicando uma relação adequada entre Ca, Mg e K, geralmente em torno de 9:3:1. Gómez (1982) *apud* Prado e Nascimento (2003), verificou redução da incidência de cercosporiose após a aplicação de palha de café em mudas de cafeeiro e atribuiu esse fato à riqueza em macro e micronutrientes presentes na palha, especialmente N e K.

Uma planta bem nutrida e saudável apresenta uma composição equilibrada, formando uma estrutura compacta que dificilmente será atacada por pragas e doenças. Entretanto, a proliferação e a intensidade do ataque de pragas e doenças estão diretamente relacionadas com o estado nutricional das plantas.

Sabe-se que diversos fatores contribuem com a incidência e intensidade da doença. A incidência da cercosporiose é influenciada pela nutrição, fatores ambientais como excesso de insolação e baixos níveis de água no solo, o que predispõe as plantas à doença (CARVALHO & CHALFOUN, 1998 *apud* TALAMINI et al., 2001). Medidas que atendam essas necessidades do cafeeiro serão de notória importância ao manejo ecológico das doenças em lavouras cafeeiras orgânicas. Observou-se que os sistemas convencional e organo-mineral estavam propensos ao recebimento de fortes correntes de ventos devido à alta altitude e às poucas árvores que serviam de quebra-ventos, fato que pode ter contribuído para o aumento da incidência da doença. Segundo Durigan e Simões (1987), a utilização de quebra-ventos promove uma redução nas perdas de água do solo por evapotranspiração, aumento na temperatura do ar e do solo durante o dia, redução nos danos causados pelo vento às culturas e controle da erosão eólica.

O sistema orgânico apresentou uma minimização do ataque da cercosporiose provavelmente pelo efeito dos quebra-ventos de bananeiras localizados ao redor da lavoura. Segundo Guharay et al. (2000, 2001), os cafezais mais abertos, especialmente não sombreados, com maior penetração de energia solar, apresentam mais cercosporiose. E Khatounian (2001) afirma

que a cobertura arbórea do cafezal realiza um tamponamento da temperatura, diminuindo tanto os extremos altos quanto os baixos.

Os agroecossistemas com manejos alternativos (organo-mineral, orgânico e agroflorestal) que não receberam nenhum tratamento alternativo poderiam ter feito uso de fungicidas cúpricos e/ou biofertilizantes permitidos pelas normas da agricultura orgânica (IBD, 2008), como fitoprotetores (manejo preventivo da doença) e fertiprotetores (fonte de nutrientes para a planta).

Segundo Santos et al. (2007), a aplicação de extratos de casca de frutos de café, de folhas de café infectadas com *H. vastatrix* e de tecido caulinar infectado por *C. pernicioso* nas lavouras cafeeiras podem aumentar a resistência da planta às doenças foliares ao reduzirem o progresso da ferrugem, da cercosporiose e da mancha de Phoma.

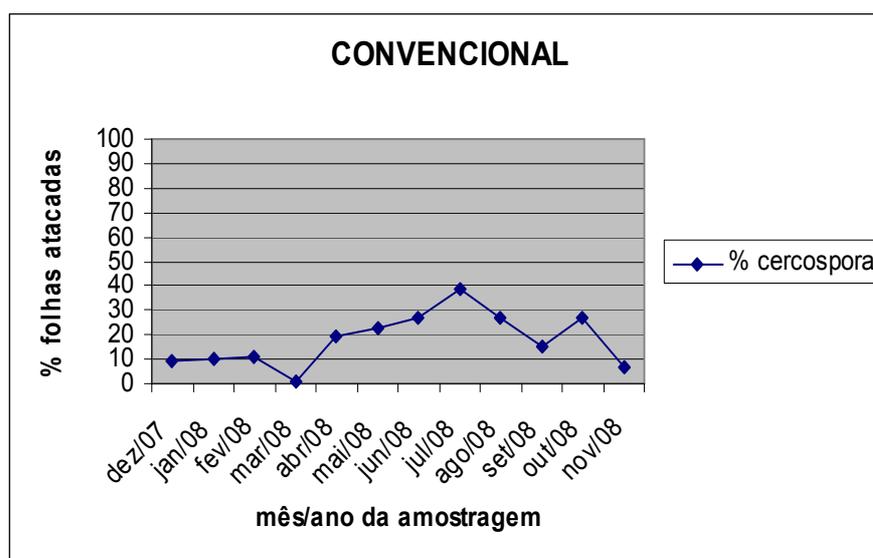


Figura 32. Incidência de Cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema convencional (dez/07 a nov/08).

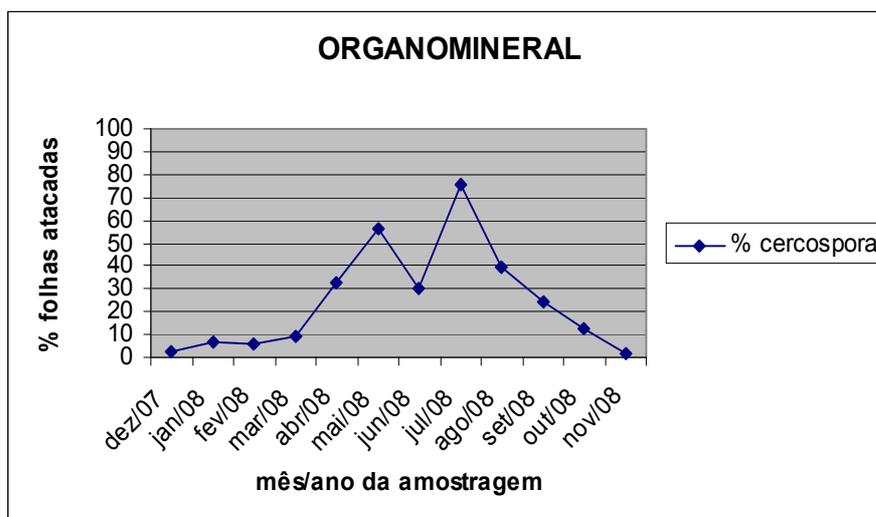


Figura 33. Incidência da Cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema organo-mineral (dez/07 a nov/08).

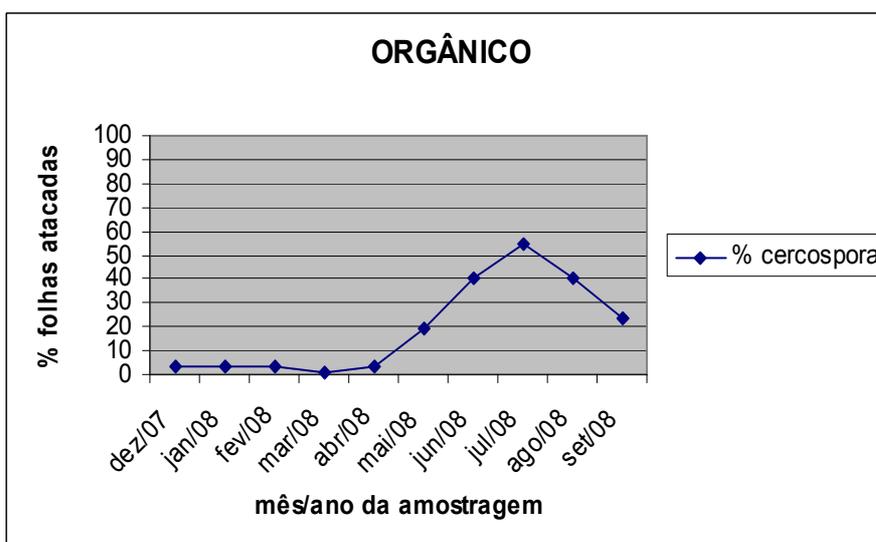


Figura 34. Incidência da Cercosporiose em folhas de cafeeiro no agroecossistema orgânico (dez/07 a set/08).

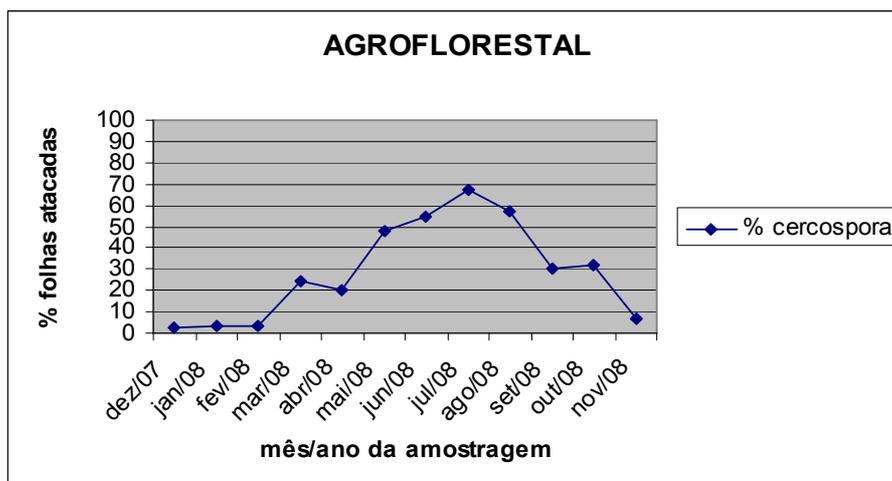


Figura 35. Incidência da Cercosporiose em folhas de café no agroecossistema agroflorestal (dez/07 a nov/08).

4.4 Incidência de pragas e doenças do café em relação às condições climáticas

A oscilação da incidência de pragas e doenças nos agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal em relação às variáveis climáticas aferidas mensalmente entre dezembro de 2007 e novembro de 2008: temperatura média, evaporação total, insolação total, precipitação total e umidade média são apresentadas nas figuras, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43, respectivamente.

4.4.1 Temperatura atmosférica

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os coeficientes de correlação entre a incidência das doenças ferrugem e cercospora e as temperaturas mensais (máxima, mínima e média) em todos os agroecossistemas estudados.

Tabela 5. Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da ferrugem.

	T. Máx. x Ferrugem	T. Mín. x Ferrugem	T. Média x Ferrugem
Convencional	-0,4883*	-0,7477**	-0,6695*
Organo-Mineral	-0,7765**	-0,9413**	-0,8995**
Orgânico	-0,6623*	-0,9140**	-0,8318**
Agroflorestal	-0,8158**	-0,8962**	-0,8810**

* Significativo em nível de 5% de probabilidade. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade.

Tabela 6. Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da cercosporiose.

	T. Máxima x Cercosporiose	T. Mínima x Cercosporiose	T. Média x Cercosporiose
Convencional	-0,6843**	-0,7671**	-0,7708**
Organo-Mineral	-0,7762**	-0,8583**	-0,8792**
Orgânico	-0,7453**	-0,9251**	-0,8804**
Agroflorestal	-0,7981**	-0,9359**	-0,9081**

** Significativo em nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 36 que os maiores índices de folhas atacadas pela ferrugem nos agroecossistemas monitorados ocorreram no período de tempo caracterizado pelas menores temperaturas. Tais resultados evidenciam a correlação inversamente proporcional entre as variáveis climáticas (temperatura máxima, mínima e média) e a incidência da ferrugem. No entanto, de acordo com Vale (2000), sob condições extremas de temperatura, tais como as inferiores a 10 °C ou superiores a 35 °C, o crescimento das lesões é interrompido. Dessa maneira, entende-se que as temperaturas medidas na região de estudo foram propícias ao desenvolvimento da doença. A sobrevivência de inóculo também depende das temperaturas prevalentes no inverno (KUSHALAPPA e CHAVES, 1980; KUSHALAPPA e ESKES, 1989 *apud* VALE, 2000). E como se pode observar na Figura 36, em nenhum período a temperatura mínima mensal foi inferior a 10 °C. De acordo com Kushalappa et al. (1983) *apud* Meira et al. (2008), enquanto a superfície da folha está molhada, a temperatura é o fator principal que determina o

percentual de germinação dos esporos e de penetração do agente etiológico da ferrugem.

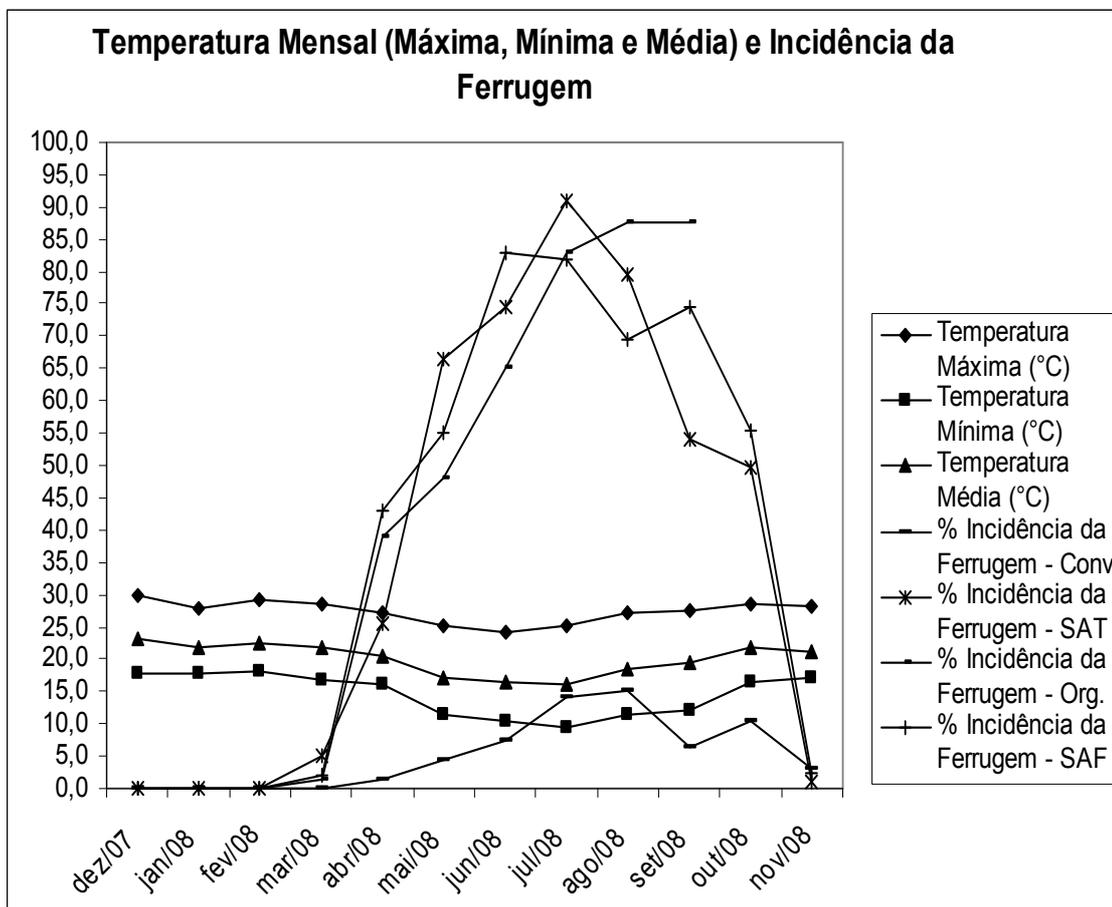


Figura 36. Temperatura mensal (máxima, mínima e média) e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

A evolução da cercosporiose seguiu as mesmas características da ferrugem, ou seja, correlação negativa com as variáveis climáticas em análise (Figura 37). De acordo com Carvalho et al. (2005), temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da doença. As afirmações dos autores condizem com os resultados das avaliações.

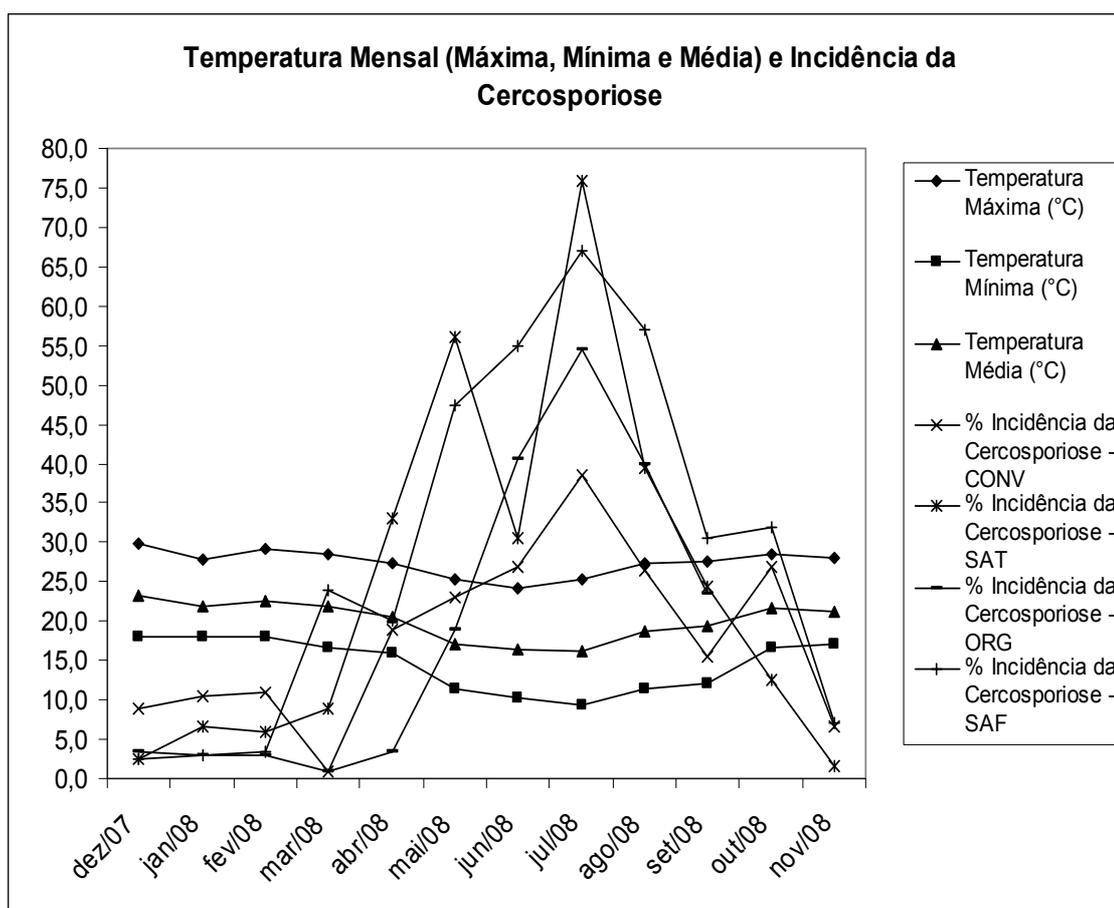


Figura 37. Temperatura mensal (máxima, mínima e média) e incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

Observa-se nas Tabelas 7 e 8 que não ocorreu correlação estaticamente significativa entre a infestação das pragas (bicho-mineiro e broca) e as temperaturas (máxima, mínima e média) em todos os agroecossistemas.

Tabela 7. Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência do bicho-mineiro.

	T. Máxima x Bicho-Mineiro	T. Mínima x Bicho-Mineiro	T. Média x Bicho-Mineiro
Convencional	0,2619	0,0961	0,1685
Organo-Mineral	0,2063	-0,0028	0,1182
Orgânico	-0,4691	-0,4474	-0,4462
Agroflorestal	0,2676	0,2560	0,2475

Tabela 8. Valores da correlação de Person entre as temperaturas mensais máxima, mínima e média e a incidência da broca.

	T. Máxima x Broca	T. Mínima x Broca	T. Média x Broca
Convencional	-0,4989 ⁺	-0,2166	-0,3492
Organo-Mineral	-0,4198	-0,1337	-0,2436
Orgânico	-0,3052	0,0193	-0,1234
Agroflorestal	-0,1321	0,0376	-0,0180

+ Significativo em nível de 10% de probabilidade.

4.4.2 Evaporação total

Para a variável climática evaporação total não foi constatada correlação significativa com o ataque de ferrugem, cercóspora e bicho-mineiro nos quatro agroecossistemas monitorados (Tabela 9). No entanto, verificou a ocorrência de correlação positiva entre a evaporação total e a infestação da broca do café em todos os agroecossistemas estudados (Tabela 9). Inverno seco com baixa umidade relativa do ar desfavorece a sobrevivência da broca e o inverno úmido, com muito orvalho nas lavouras, favorece a sua sobrevivência, pois mantém os frutos úmidos (SOUZA & REIS, 1997). A evaporação propicia o aumento da umidade relativa do ar, favorecendo a manutenção da umidade dos frutos que abrigam a broca.

Tabela 9. Valores da correlação de Person entre a evaporação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.

	Evaporação x Ferrugem	Evaporação x Cercosporiose	Evaporação x Bicho-Mineiro	Evaporação x Broca
Convencional	0,4539	0,0976	0,4825	-0,7000*
Organo-Mineral	0,2381	0,0020	0,6625*	-0,7618**
Orgânico	0,4361	0,2499	-0,0219	-0,7867**
Agroflorestal	0,0022	0,1309	0,2638	-0,5247 ⁺

⁺ Significativo em nível de 10% de probabilidade. * Significativo em nível de 5% de probabilidade. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade.

4.4.3 Insolação total

Foi constatada correlação significativa da variável insolação total com a ferrugem do cafeeiro em todos os agroecossistemas analisados (Tabela 10), indicando que à medida que a variável insolação total aumenta, a incidência da ferrugem também aumenta. Para a doença cercosporiose, observou-se correlação positiva com a insolação total mensal somente nos agroecossistemas orgânico e agroflorestal (Tabela 10). Observa-se nas Figuras 38 e 39 a correlação existente entre a insolação e incidência das doenças ferrugem e cercospora. Ou seja, o aumento da insolação possibilita o aumento da incidência da cercosporiose e da ferrugem. Não foi verificada correlação significativa da insolação total com a infestação do bicho-mineiro e da broca do café nos agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal (Tabela 10).

Tabela 10. Valores da correlação de Person entre a insolação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.

	Insolação x Ferrugem	Insolação x Cercosporiose	Insolação x Bicho-Mineiro	Insolação x Broca
Convencional	0,5717*	0,2971	0,1782	-0,0968
Organo-Mineral	0,5601 ⁺	0,4611	0,1273	-0,1271
Orgânico	0,6605*	0,5531 ⁺	0,1508	-0,1872
Agroflorestal	0,5536 ⁺	0,5825*	-0,0771	0,0040

⁺ Significativo em nível de 10% de probabilidade. * Significativo em nível de 5% de probabilidade.

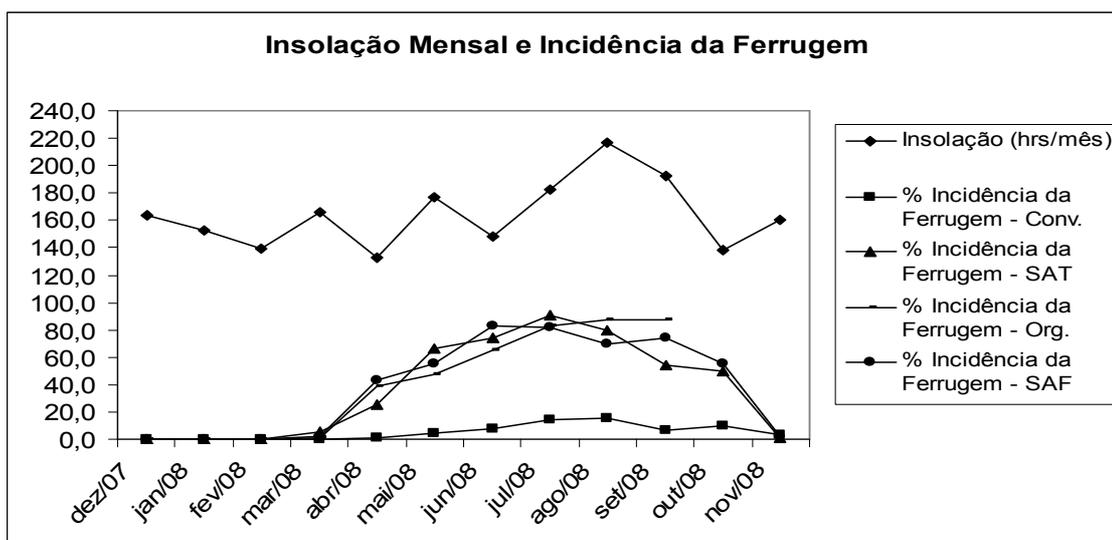


Figura 38. Insolação mensal e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

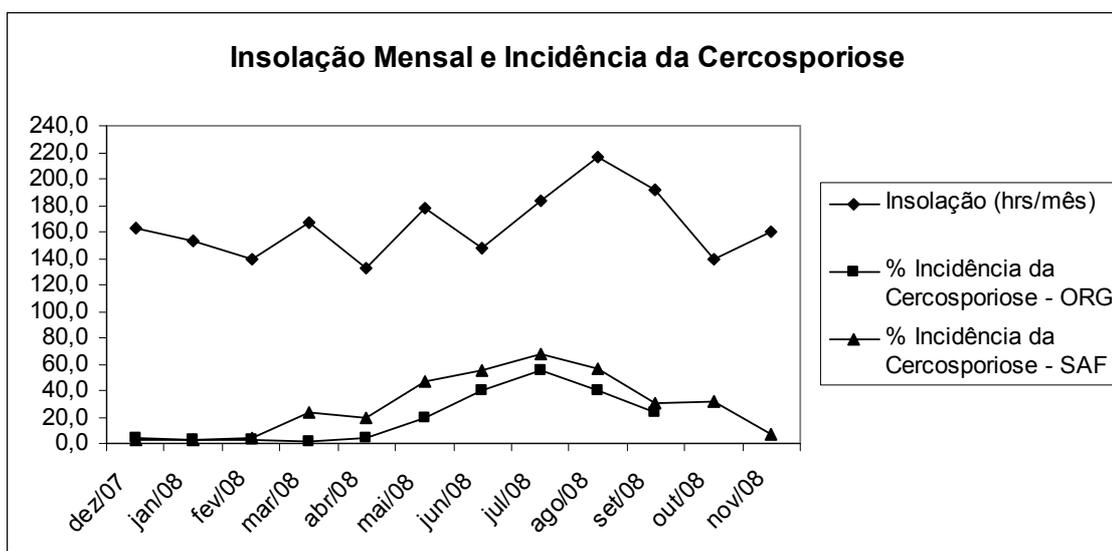


Figura 39. Insolação mensal e incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

4.4.4 Precipitação total

Para a variável precipitação total (mm/mês), foi constatada correlação significativa com as variáveis: incidência da ferrugem e cercosporiose, em

todos os agroecossistemas monitorados (convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal). Não foi detectada correlação da precipitação total com a infestação do bicho-mineiro e broca do café nos agroecossistemas estudados. Tais resultados seguem na Tabela 11.

Tabela 11. Valores da correlação de Person entre a precipitação total e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.

	Precipitação x Ferrugem	Precipitação x Cercosporiose	Precipitação x Bicho-Mineiro	Precipitação x Broca
Convencional	-0,7719**	-0,8595**	0,0201	-0,2330
Organo-Mineral	-0,8968**	-0,75125**	-0,0758	-0,0768
Orgânico	-0,8199**	-0,8415**	-0,3699	-0,1236
Agroflorestal	-0,7241**	-0,8104**	0,1002	0,3000

** Significativo em nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 40 que há uma correlação inversamente proporcional entre a precipitação total e incidência da ferrugem. Ou seja, os maiores índices mensais de chuva são acompanhados pelos menores níveis de incidência da ferrugem e vice-versa. Este fato deve-se, principalmente, porque o esporo da ferrugem é disseminado pelas chuvas e ventos nas lavouras (BOOK, 1962; FIGUEIREDO, 1977; NUTMAN, 1960; ROBERTS, 1963 *apud* SOUZA, 1980). Dessa maneira, as chuvas são cruciais para a dispersão e desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro (BOCK, 1962; CHALFOUN & SILVA, 1979; ACUÑA, 1996 *apud* VALE, 2000).

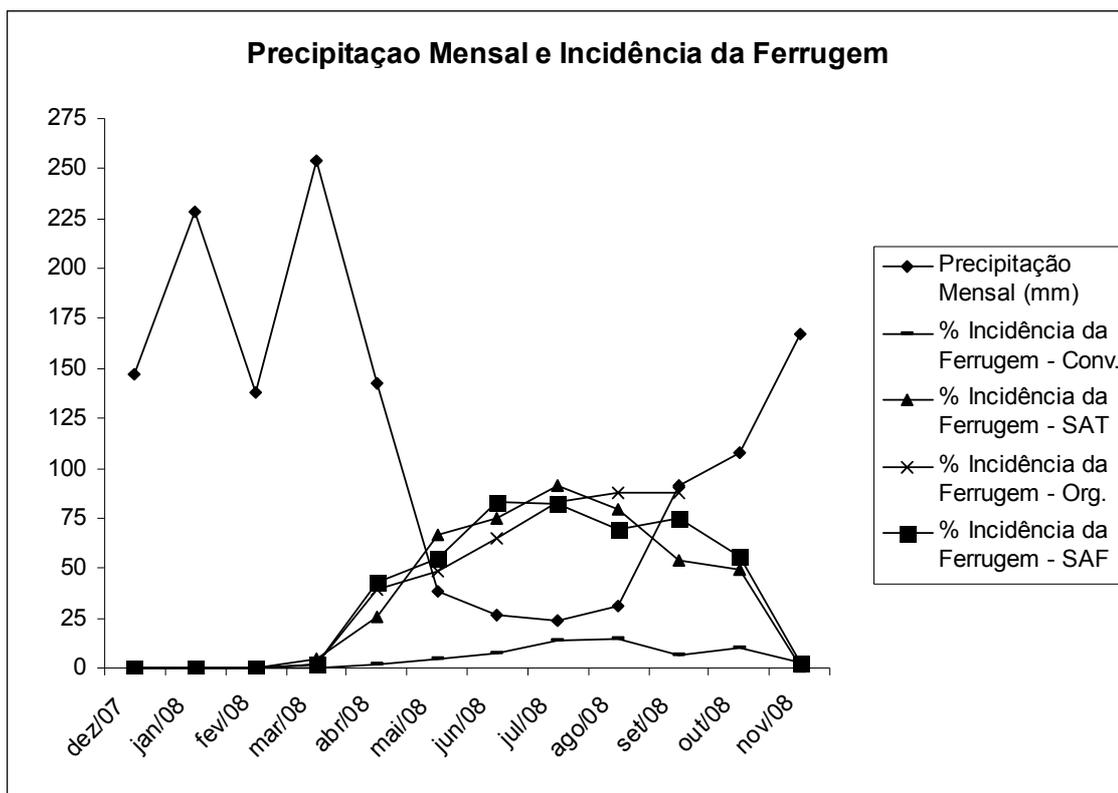


Figura 40. Precipitação mensal total e incidência da ferrugem do cafeeiro nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

Na Figura 41 observou-se também uma correlação inversamente proporcional entre a precipitação total e a incidência da cercosporiose. A incidência da cercóspera alcançou níveis elevados de incidência em todos os agroecossistemas nos meses que ocorreram os menores índices pluviométricos. Isso se deve provavelmente à falta de água no solo nos períodos secos do ano, acarretando um estresse na planta de café, pois sem água suficiente no solo há uma menor absorção de nutrientes que, conseqüentemente, seriam utilizados na síntese de fotoassimilados. A falta de umidade do solo pode condicionar a planta à menor absorção de nutrientes, tornando-a debilitada e mais suscetível à infecção por *Coffea coffeicola* (TALAMINI et al., 2001). Segundo Pozza et al. (2004), mudanças em estruturas celulares e foliares das plantas proporcionadas pela nutrição mineral são responsáveis pelas alterações na intensidade de doenças.

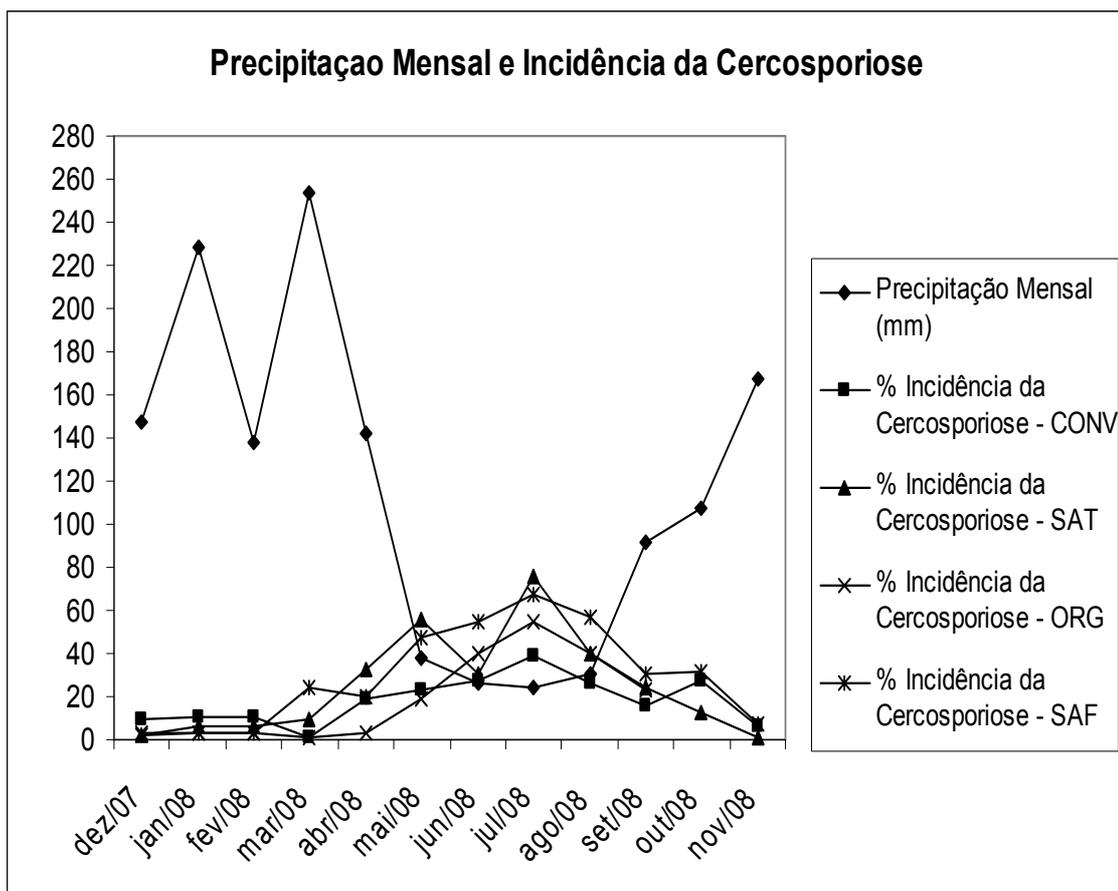


Figura 41. Precipitação mensal total e incidência da cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral (SAT), orgânico e agroflorestal localizados no sul de Minas Gerais.

4.4.5 Umidade do ar

Observou-se existência de correlação significativa entre a umidade média e a incidência da ferrugem do cafeeiro nos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico (Tabela 12). Porém, não foi constatada correlação dessa variável climática com o ataque de cercóspera em todos os agroecossistemas monitorados (Tabela 12). Na Figura 42 é possível verificar uma correlação significativa entre a umidade do ar e a ferrugem. Segundo Souza (1980), a presença de água líquida é essencial para a germinação e infecção do fungo *Hemileia vastatrix*, agente causal da ferrugem.

Tabela 12. Valores da correlação de Person entre a umidade média e a incidência da ferrugem, cercosporiose, bicho-mineiro e broca.

	Umidade x Ferrugem	Umidade x Cercosporiose	Umidade x Bicho-Mineiro	Umidade x Broca
Convencional	-0,5921*	-0,2925	-0,3818	0,4457
Organo-Mineral	-0,4813 ⁺	-0,2864	-0,5319 ⁺	0,5668*
Orgânico	-0,6601*	-0,4184	-0,1274	0,6487*
Agroflorestal	-0,3220	-0,3823	-0,1072	0,4021

⁺ Significativo em nível de 10% de probabilidade. * Significativo em nível de 5% de probabilidade.

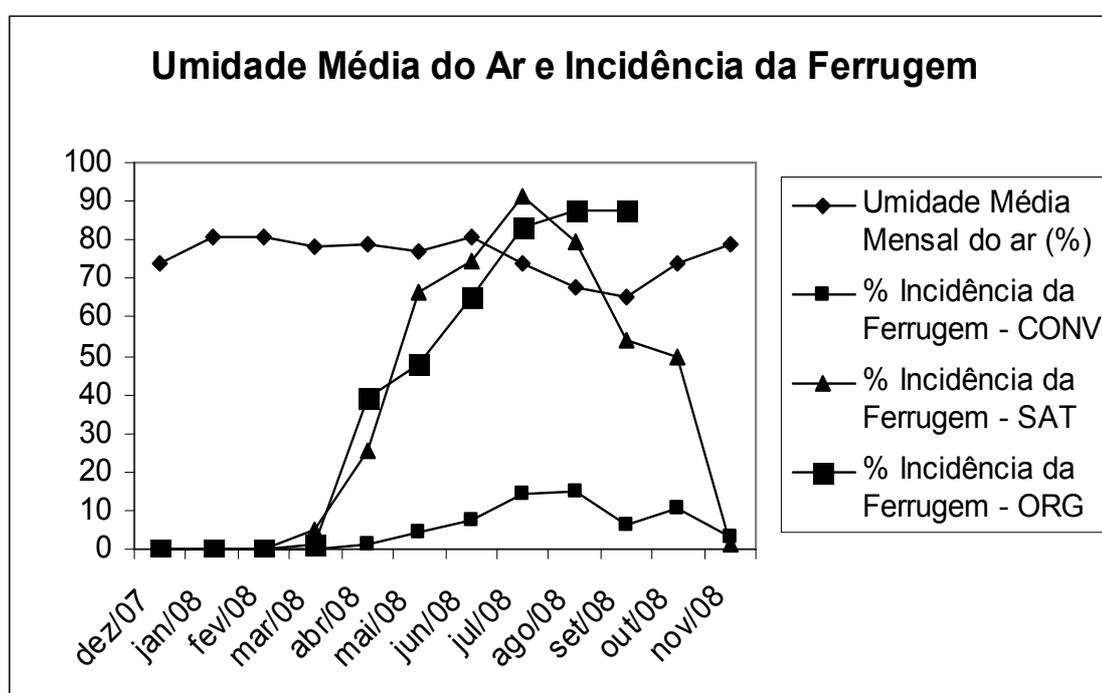


Figura 42. Umidade média do ar e incidência da ferrugem nos agroecossistemas convencional, organo-mineral e orgânico localizados no sul de Minas Gerais.

Averiguou-se a existência de correlação entre a umidade média mensal e a infestação do bicho-mineiro somente no agroecossistema organo-mineral e para a infestação da broca do café nos agroecossistemas organo-mineral e orgânico (Tabela 12). A umidade relativa do ar é importante para a manutenção da umidade dos frutos que não foram retirados do cafeeiro no período da colheita ou que caíram e se mantiveram no solo. De acordo com Martins (2003)

e Reis & Souza (1997), os grãos de café úmidos favorecem a sobrevivência da broca nos períodos da entressafra.

De acordo com a Figura 43 observou-se que no sistema organo-mineral a infestação pelo bicho mineiro aumentou após um decréscimo constante da umidade relativa.

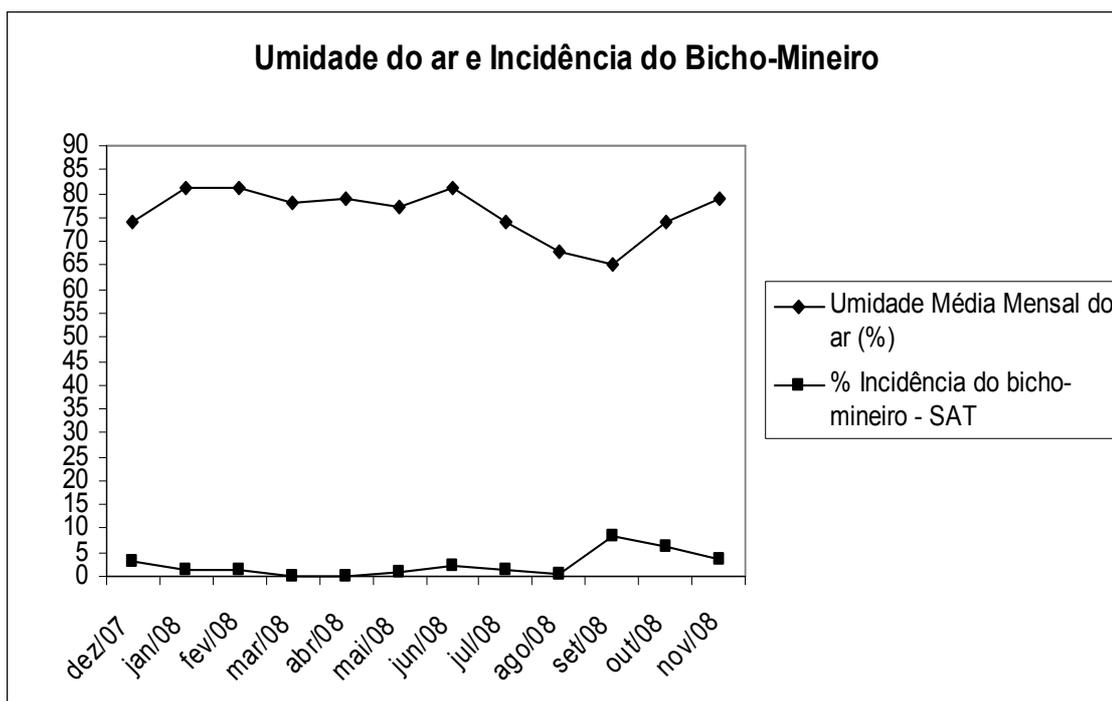


Figura 43. Umidade relativa do ar e incidência do bicho-mineiro no agroecossistema organo-mineral (SAT) localizado no sul de Minas Gerais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução da ferrugem no sistema convencional no período avaliado foi insignificante quando comparada aos demais sistemas. Nos sistemas organo-mineral e orgânico (monocultivo) e agroflorestal (orgânico) a ocorrência foi crítica, com índices elevados nos meses de abril a outubro de 2008, e valores acima de 60% de incidência em quatro meses de avaliação. Os maiores picos de infestação ultrapassaram os 79% nesses sistemas.

Com relação à ocorrência da cercosporiose nos agroecossistemas avaliados, observou-se índices capazes de ocasionar danos econômicos em todos eles, principalmente no período de abril a setembro. No entanto, a incidência da doença foi relativamente menor no sistema convencional e orgânico (monocultivo), cujos valores foram menores que 41% em todos os meses avaliados. Com exceção no mês de julho, onde a incidência da doença atingiu 54,5% no sistema orgânico. Já no sistema organo-mineral e agroflorestal (orgânico) a ocorrência da cercosporiose atingiu níveis muito elevados, chegando a 76 % e 67 %, respectivamente, ambos no mês de julho.

Os maiores índices de incidência da ferrugem e cercosporiose em todos os agroecossistemas avaliados ocorreram concomitante à fase de granação dos frutos, principalmente nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro. Existem fortes evidências de que as variáveis climáticas, a alta carga pendente das lavouras e o manejo adotado influenciaram os altos níveis de incidência da ferrugem e cercosporiose nos agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal.

Dessa maneira, é fundamental a utilização de biofertilizantes, fitoprotetores, calda bordalesa, calda viçosa, dentre outros compostos permitidos pela agricultura orgânica, inclusive, se necessário, os fungicidas cúpricos como medida preventiva contra a ferrugem e cercosporiose em agroecossistemas cafeeiros organo-minerais e orgânicos (em ambientes simplificados ou biodiversos), que possuem cultivares Mundo Novo ou outras variedades de café que não têm resistência genética a estas doenças, visando garantir a sanidade da lavoura cafeeira, principalmente nos anos de alta carga pendente. No entanto, a maneira mais eficiente e econômica de realizar o

controle preventivo dessas principais doenças do cafeeiro é através da utilização de cultivares resistentes. Portanto, na implantação e na renovação da cultura, esta alternativa deveria ser considerada.

Apesar dos elevados níveis de incidência da ferrugem e cercosporiose encontrados nos agroecossistemas cafeeiros organo-mineral e orgânico, a produtividade média alcançada por esses sistemas nos últimos três anos foi superior à produtividade obtida pelo agroecossistema convencional, talvez pelo seu maior equilíbrio, por não receberem agrotóxicos, que é, dentro da teoria da trofobiose, uma das causas deste desequilíbrio.

Além de evidenciar sustentabilidade sócio-ambiental, esse resultado da pesquisa evidencia a sustentabilidade econômica desses sistemas agrícolas alternativos, tanto questionada por muitos agricultores, técnicos e pesquisadores. Assumindo importante estratégia de desenvolvimentos rural sustentável para a cafeicultura sul mineira.

Em todos os agroecossistemas monitorados, ou seja, o agroecossistema convencional, o organo-mineral (SAT), o orgânico (monocultivo) e o agroflorestal (biodiverso), ambos manejados pela agricultura familiar, a infestação da broca-do-café não atingiu nível de dano econômico. Provavelmente, esse resultado foi possível porque se realizou uma colheita do café bem feita em todos os agroecossistemas, evitando-se deixar frutos nos cafeeiros. Dentre todos os agroecossistemas, o convencional obteve o maior índice de infestação da praga, apesar de ter utilizado controle químico, fato que causou aumento nos custos de produção. A utilização de agrotóxicos no sistema convencional de manejo pode ter proporcionado um desequilíbrio biológico, possibilitando maior infestação da broca neste agroecossistema.

Situação parecida ocorreu com os resultados da infestação populacional do bicho-mineiro, pois não atingiu nível de dano econômico em nenhum dos sistemas avaliados. Os baixos índices de infestação de bicho-mineiro encontrados em todos os agroecossistemas estudados podem estar relacionados ao porte alto dos cafeeiros, ao alto índice de enfolhamento, e um espaçamento semi-adensado, que possivelmente possibilitaram o auto-sombreamento da cultura, diminuindo a insolação e altas temperaturas,

condições climáticas estas favoráveis ao desenvolvimento da praga. E os baixos níveis de infestação de ataque do bicho-mineiro no sistema convencional podem ser atribuídos à aplicação de inseticida.

Verificou-se neste trabalho que o manejo ecológico adotado pelos agricultores familiares do sul de Minas Gerais foi eficiente no controle das pragas, bicho-mineiro e broca-do-café. Com os resultados dessa pesquisa, verificou-se que os sistemas alternativos de produção de café (organo-mineral, orgânico, natural e agroflorestal), representam diferentes maneiras de relacionamento com a natureza, respeito aos processos ecológicos e ao meio ambiente. A agricultura natural e a permacultura foram representadas pelo agroecossistema agroflorestal que, além de executar os princípios dessas duas vertentes de agricultura, possuía o selo orgânico.

Observou-se que as doenças de origem fúngica afetam muito os cultivos calcados nos princípios desses modelos de agricultura alternativa na cafeicultura sul mineira. No entanto, esse problema pode ser resolvido através da utilização de cultivares resistentes nos novos plantios, manejo orgânico do solo, utilização periódica de biofertilizantes, calda viçosa e outros produtos permitidos pela agricultura orgânica para o seu controle. Com relação ao manejo dessas moléstias nos sistemas agroflorestais, além de levar em consideração a nutrição e resistência das plantas de café, deve-se priorizar durante implantação dos sistemas, o acompanhamento técnico através da escolha espécies arbóreas caducifólias, o manejo regular das árvores e arbustos, utilização de espécies que apresentam relação simbiótica com o cafeeiro e um planejamento e ordenamento da composição das espécies que irão compor o agroecossistema.

6 REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Hucitec, 1992.

ACUÑA, R. S. **Fatores que influenciam o progresso da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)**. 1985. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

AGUIAR, A. R. C. **Saber camponês e mudança técnica: um estudo de caso junto a pequenos produtores do bairro rural do Cardoso, Poço-Fundo, MG**. 1992. 148 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

AGUIAR-MENEZES, E. de. L. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 177).

AGUIAR-MENEZES, E. L. de.; SANTOS, C.M.S.; RESENDE, A.L.S.; SOUZA, S.A.S.; COSTA, J.R.; RICCI, M.S.F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Agrobiologia).

ALFARO-VILLATORO, M.A. **Produção de café em sistema agroflorestal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 36p. (Documentos, 187).

ALLIER, J. M. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Trad. Armando de Melo Lisboa. Blumenau: FURB, 1998. 402p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALTIERI, M. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura Técnica**, Chile, v.54, n.4, p.371-386, oct./dic., 1994.

ALTIERI, M. A sustentabilidade da agricultura orgânica. **Revista Agroecológica Hoje**. n. 7, fev./mar. 2001.

ALTIERI, M.; NICHOLLS. C. Ecological impacts of industrial agriculture and the possibilities for truly sustainable farming. **Monthly Review**, p.60-71, jul./aug., 1998.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Agroecologia: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. México: PNUMA y Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe, 2000. 250p.

ALVARENGA, M. I. N.; MARTINS, M.; PAULA, M. B. de. Manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 21-31, jan./abr. 2002.

ALVES, H. M. R. Sistema de informação geográfica na análise espaço-temporal do parque cafeeiro da região de Machado – MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2009. 1 CD ROM.

AMBROSANO, E. (Coord.). **Agricultura ecológica**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 398 p.

ARRUDA, J. J. **Brasil: Império e República**. São Paulo: Ática, 1998. 335 p.

ASSIS, R. L. de. **Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ASSIS, R. L. **Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 35 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196).

AVILÉS, D. P. **Avaliação das populações de bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera:Lionetiidae) e seus parasitóides e predadores: metodologias de estudo e flutuação estacional**. 1991. 126f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

AZEVEDO, M. S. F. R. de; LIMA, P. C. de. ESPINDOLA, J. A. A.; MOURA, W. M. de. Conversão de cafezais convencionais em orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n.214/215, jan/abr.2002. p. 53-61.

BAGGEN, L. R.; GURR, G. M.; MEATS, A. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicada**, Dordrecht, v. 91, n.1, 1999, p. 155 - 161.

Baker, P. S.; Barrera, J. F. & Rivas, A. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. **J. Appl. Ecol.**, 29:656-662, 1992.

BARBOSA, J. N. et al. de. Distribuição espacial de cafés do estado de minas gerais e sua relação com a qualidade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2009. 1 CD ROM.

BECHT, G. Systems theory, the key to holism and reductionism. **Bioscience**, v.24, n.10, p. 579-596, 1974.

Benassi, V. L. R. M. A broca do café. Vitória, ES. EMCAPA, **Documentos**, 57. 1989. 49 p.

BERTOLDO, M. A.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R. Mapeamento de uso da terra utilizando imagem de satélite: parte II: Machado, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3.; WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 2003, Porto Seguro. **Resumos de Anais...** Porto Seguro, 2003

BESSERMAN, S. A lacuna das informações ambientais. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio Ambiente no Século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento.** Rio de Janeiro: Sextante. 2003. p. 91-105.

BILLAUD, J. P. & ABREU, L. S. de. A experiência social de risco ecológico como fundamento da relação com o meio ambiente. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 43-66, 1999.

BORGES, M. **A percepção do agricultor familiar sobre o solo e a agroecologia.** 2000. 245 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BORGES FILHO, E.L. **Da redução de insumos agrícolas à agroecologia: a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na EMBRAPA.** 2005. 279 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BOTELHO, A. O. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro na transição dos sistemas convencional para orgânico.** 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

BRANDENBURG, A.; FERREIRA, A.D.D. Reconstrução da ruralidade e desenvolvimento sócio-ambiental. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 6., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2002 p. 15.

Brun, L. O., C. Marcillaud, V. Gaudichon & D. Suckling. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. J. **Econ. Entomol.** 82:1311-16. 1989

CAIXETA, G. Z. T. Economia cafeeira, mercado de café, tendências e perspectivas. In: ENCONTRO SOBRE CAFÉ DE QUALIDADE, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 3-21.

CAIXETA, I. F. A Produção de café orgânico: alternativa para o desenvolvimento sustentado: o exemplo do Sul de Minas. In: ENCONTRO

SOBRE CAFÉ COM QUALIDADE, 2, Viçosa, 2000. **Café**: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p. 323-331.

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

CAIXETA, S. L.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R.; PICANÇO, M. C.; AMARAL, J. F. T. Ataque do bicho-mineiro relacionado com a nutrição e vigor de mudas de cafeeiro. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 25. Rio de Janeiro, 2002. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: SB-CS/UFRRJ.2002.CD Rom.

CAIXETA, S. L. et al. 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.

CAMARGO, A.P. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.13-26, 1985.

CAMARGO, R. de; JÚNIOR TELLES, A. Q. de. **O café no Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1953. 523p. v.1. (Série Estudos Brasileiros, 4).

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: conceitos de agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.2, p.13-16, abr./jun. 2002 a.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise Multidimensional da Sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.3, jul./set. 2002b.

CAPORAL, F. R. COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília : MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24 p.

CARAMORI, P.H. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n. 3, p. 486-494, 2001.

CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I. Efeitos do sombreamento em produtividade e crescimento do cafeeiro. **Informe tecnológico**, Campinas, n. 63, 2001.

CARMO, M. S. do; MAGALHÃES, M. Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 7, p. 7-98, 1999.

CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe agropecuário**. V.19, p. 27-35, 1998.

CARVALHO, V. L. de.; CHALFOUN, S. M. Doenças do cafeeiro: diagnose e controle. **Boletim Técnico**, Belo Horizonte, n. 58, 44 p, 2000.

CARVALHO, V.L. de; CUNHA, R.L.da. CHALFOUN, S.M. Manejo ecológico das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p.101-114, jan./abr. 2002.

CARVALHO, V. L. de.; CUNHA, R. L. da; CHALFOUN, S. M. Manejo das doenças do cafeeiro para a cafeicultura familiar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, p. 86-101, 2005.

CARVALHO, V.L. de.; CHALFOUN, S.M. **A ferrugem do cafeeiro**. Artigo do Portal Coffee Break. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=158>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de Maria José Guazzelli. Porto Alegre: L&PM. 1987. 256p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de Maria José Guazzelli. Porto Alegre: L&PM.1995. 256p

CHAGAS, S. J. de. R.; POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, M. J. C. L. Aspectos da colheita, preparo e qualidade do café orgânico. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 127-135, 2002.

CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro**: importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1997. 93 p.

COFFEEBREAK. **Cercosporiose**: plantas debilitadas são o principal alvo. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=2&ID=7>>. Acesso em: 9 de jun. 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2006.

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

CONWAY, Gordon R. The properties of agroecosystems. **Agricultural Systems**, Essex, v. 24, n. 1987, p.97-117, 1993.

COSTA, M. B. B. Estresse ambiental nos trópicos: um problema agravado pelo homem? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL, 1995, Belo Horizonte. **O milho em perspectiva**. Belo Horizonte: EMBRAPA/ CNPMS - CYMMIT/ UNDP, 1995. p. 43-49.

COSTA, M.J.N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F.A. Efeito de níveis de desbaste de frutos do cafeeiro na incidência da ferrugem, no teor de nutrientes, carboidratos e açúcares redutores. **Fitopatologia Brasileira**, p.564-571, 2006.

COSTA, M.J.N. **Análise da sustentabilidade da agricultura da região metropolitana de Curitiba sob a ótica da agroecologia**. 2004. 292 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DAMATTA, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, p. 99-114, 2004.

DEAN, W. **Rio Claro**: um sistema brasileiro de grande lavoura 1820-1920. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977. p. 42-45.

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. 3. ed. São Paulo: Companhia da Letras, 1997. 484 p.

DEBACH, Paul. **Biological control by natural enemies**. London: Cambridge University Press, 1974. 323 p.

DURIGAN, G.; SIMÕES, J.W. Quebra-ventos de *Grevillea robusta* A. Cunn: efeitos sobre a velocidade do vento, umidade do solo e produção do café. **IPEF**, n.36, p.27-34, ago.1987.

EHLERS, E. A. Agricultura alternativa: uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, n. Especial, p. 231-262, 1994.

EHLERS, E. A. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

RICCI, M. dos S. F. et al. **Cultivo do café orgânico**. 2. ed. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. (Sistemas de Produção, 2). Versão Eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/doencas.htm>. Acesso em: 6 de jun. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 70p.

Enciclopédia "**Nosso Século**". BRASIL República: a expansão do café no Brasil. Site HistoriaNet. Disponível em: <<http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=518>>. Acesso: 4 fev. 2007.

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências. In: KAGEYAMA, P.Y. *et al.* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEAPAF, 2003. p.3-26.

FANTON, C. J. **Ecologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 59 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FEIDEN, A. **Conceitos e princípios para o manejo ecológico do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 27 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 140).

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 49 – 70.

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F. *et al.* **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003. p. 15 – 35.

FERREIRA, A. J. *et al.* Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.422-431, mar./abr. 2003.

FERREIRA, J.M.L. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados**. 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 160 p.

FRANCO, I. Café orgânico traz boas perspectivas para o produtor. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n. 214/215, p. 5, jan./abr. 2002.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 238 p.

GALETI, P. A. **Pelos caminhos do café**. Campinas: Cati, 2004. 178 p.

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

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

GONÇALVES, A. **Agroecologia, saber local e mercado: um estudo sobre agricultura familiar de Poço-Fundo-MG**. 2003. 183 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Social, Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 22p.

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

GUIMARÃES, P. T. G.; LOPES, A. S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. In: RENA, A. R. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1986. p. 115-161

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 63-81, jan./abr. 2002.

GUZMÁN, E. S. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 101 - 132.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Monitoramento agrometeorológico do café no estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/monitoramentocafe/entrada.asp>>. Acesso em: 4 jun. 2007

IAMAMOTO, A.V.T. **Agroecologia e desenvolvimento rural**. 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. 79 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2006: safra de café tem aumento de 20,2% em 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=998>. Acesso em: 13 mar. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 95/96**. Rio de Janeiro, 1995.

INSTITUTO BIODINÂMICO. **Diretrizes para o padrão de qualidade orgânico Instituto Biodinâmico**. 15.ed. Botucatu, 2008. 118p. Disponível em: <<http://www.ibd.com.br>>. Acesso em: 1 out. 2008.

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

KHATOUNIAN, C. A. Estratégias de conversão para a agricultura orgânica. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 2; ENCONTRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 1., São Paulo, 1999. **Agricultura ecológica**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 57-71.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

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

Le Pelley, R. H. **Pests of Coffee**. London, Longman. 1968. 590 p.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, economia participativa e desenvolvimento sustentável**. Trad.: Jorge Esteves da Silva. Blumenau: FURB, 2000. 275p.

LOPES, P.R. et al. Extensão rural e pesquisa nos assentamentos Monte Alegre e Horto Guarani. In: III SIMPÓSIO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E ASSENTAMENTOS RURAIS, 3., 2008, Araraquara. **Anais...** Araraquara, 2008. 1 CD – ROM.

LUCAS, M.B. **Efeitos de diferentes índices de infestação pela broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleóptera-Scolytidae) no peso e na classificação do café pelo tipo e pela bebida**. 1986. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

MACEDO, R. L. G.; CAMARGO, I. P. Sistemas agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.43-49.

MARTINE, G.; BESCOW, P. R. O modelo, os instrumentos e as transformações na estrutura de produção agrícola. In: MARTINE, G.; GARCIA, R. C. (Coord.). **Os impactos sociais da modernização agrícola**. São Paulo: Caetés, 1987. p. 19-37.

MARTINS, M. **Caracterização de sistemas orgânicos de produção de café utilizados por agricultores familiares em Poço Fundo-MG**. 2003. 190 f.

Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MARTINS, M.; MENDEZ, A.N.G.; ALVARENGA, M.I.N. Incidência de pragas e doenças em agrossistemas de café orgânico de agricultores familiares em Poço Fundo-MG. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1306-1313, 2004.

MATIELLO, J.B. et al. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Varginha: MAPA/PROCAFÉ; Fundação Procafé, 2005. 434 p.

MATIELLI, A.; MATIELLI, A. L. **Anacronismo**. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/2003/opnião.asp?numero=39>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

MATOS, A.K.V. **Competitividade na cadeia agroindustrial do café: uma análise comparativa sob a ótica da economia dos custos de transação**. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000..

MEIRA, C. A. A.; RODRIGUES, L. H. A. e MORAES, S. A. Análise da epidemia da ferrugem do cafeeiro com árvore de decisão. **Tropical Pathology Plant**, p. 114-124, mar./abr. 2008.

MENDONÇA, E.de.S. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, p. 46-75, 2005.

MENESES, E. de L.; MENESES, E.B. Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 325-339

MORUZZI MARQUES, P. E.; SILVEIRA, M. A. da; CARON, D. Qualidade e diferenciação em torno do café: modelos em concorrência. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. 1 CD ROM.

MOURA, L. C. et al. Levantamento e mapeamento espaço-temporal dos cafezais no município mineiro de machado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2007. 4p.

MOREIRA, R.M. **Transição agroecológica: conceitos, bases sociais e a localidade de Botucatu/SP – Brasil**. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. Análise agroeconômica do café orgânico: definições, análises de mercado e viabilidade econômica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n. 214/215, p. 7-13, jan./abr. 2002.

OIC – INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Trade statistics**. Disponível em: <<http://www.ico.org>>. Acesso em: 20 dez. 2006.

OLIVIERA, A. de. A. S. **Estrutura e dinâmica de crescimento da cafeicultura em Minas Gerais, 1990 a 2006**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

ORDOÑEZ, M.; QUEVEDO, J. **História**. São Paulo: IBEP, 2000. 431 p.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979. 106p.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 86 p.

PEDINI, S. Produção e certificação de café orgânico. In: ENCONTRO SOBRE CAFÉ COM QUALIDADE, 2., Viçosa, 2000. **Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2000. p. 333-380.

PEDINI, S. A produção de café orgânico. **Boletim Agro-ecológico**, Botucatu, v. 2, n. 9, p. 7-8, nov. 1998. Disponível em: <www.guiabioagri.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2006

PENEIREIRO, F. M. et al. **Apostila do educador agroflorestal: introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico**. Rio Branco: UFAC, [s. d.]. Disponível em: <http://www.agrofloresta.net/artigos/apostila_do_educador_agroflorestal-arboreto.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2007.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000. 110p.

PEREIRA, S.P.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. **Cafés especiais: iniciativas brasileiras e tendências de consumo**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2004. 80 p. (EPAMIG. Série Documentos, 41).

PEREIRA, S.P.; ROCHA, A.B.O.; BLISKA, F.M.M. **Um panorama sobre cafés certificados**. Disponível em: <<http://cafepoint.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2006.

PETERSEN, P; ALMEIDA, E. Revendo o conceito de fertilidade: conversão ecológica do sistema de manejo dos solos na região do Contestado, PB. **Revista Agriculturas**, v. 5, n.3, p.16-23, 2008.

PIMENTEL, D. et al. **Produção de alimentos e crise energética**. Trad. Tania M. C. Bianchini. Florianópolis: EMPASC, 1982. 24p. (EMPASC. Documentos, 14).

PIMENTA, C. J. & VILELA, T.C. Efeito de diferentes porcentagens de grãos brocados no rendimento e atividade da polifenoloxidase em café (*Coffea arabica* L..) da região de três Pontas-MG. **Un. Alfenas**, Alfenas, p. 179-184, 1999.

POZZA, A. A. A. et al. **Interação entre as doenças e o estado nutricional do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2004. 84.p. (Boletim Técnico, n. 73).

PRADO JÚNIOR, C. **História econômica do Brasil**. 10. ed. São Paulo: Brasiliense, 1967. 340 p.

PRADO, R. de. M; NASCIMENTO, V. M. do. **Manejo da Adubação do Cafeeiro no Brasil**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 2003. 274 p.

PRIMAVESI, A. M. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1997. 199 p.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.

PRIMAVESI, A. Agroecologia e manejo do solo. **Revista Agriculturas**, v. 5, n. 3, p. 7-10, 2008.

PULZ, C.E. Insetos: a importância do equilíbrio em um pomar cítrico – Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de; MELLES, C. C. A. do. Pragas dos frutos: broca do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, p. 41-47, jan. 1984.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; VENZON, M. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, p. 84-99, jan./abr. 2002.

RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 447 p.

RICCI, M. dos. S. F.; FERNANDES, M. do. C. de. A.; CASTRO, C. M. de. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

RICCI, M. dos S. F.; NEVES, M. C. P. **Cultivos do café orgânico**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Agrobiologia, 2006. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafes/cafes.htm>>. Acesso em: 20 maio 2007.

RIGHI, C. A. **Avaliação ecofisiológica em sistema agroflorestal e em monocultivo**. 2005. 126 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ROCHA, A. A. Controle da qualidade do solo. In: PHILIPPI, J.R.A. **Saneamento, saúde e ambiente**. 2. ed. 2008. p.485-515.

ROMEIRO, A. R. Agricultura sustentável, tecnologia e desenvolvimento rural. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v.3, n.1/2, p.34-42, 1996.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998. 277 p.

ROSADO, M. C. **Plantas favoráveis a agentes de controle biológico**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

ROSSET, P. M. Input substitution: a dangerous trend in sustainable agriculture. In: WORKSHOP SOBRE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1999, Campinas. **Coletânea de textos**. Campinas: Unicamp; Instituto de Biologia, 1999. v.1.

SAMAYOA-JUÁREZ, J. O.; SANCHEZ-GARCÍA, V. Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. **Manejo Integrado de Plagas**, Ciudad de Guatemala, Guatemala, v.58, p.9-19, 2000.

SANTANA, D. P. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005. 18 p. (Comunicado Técnico, 132).

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. de. S. Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 22, n. 212, 2001, p. 5-8.

SANTOS, V. E. **A importância da produção e do processamento do café na economia mineira**. 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SANTOS, F.S. et al. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, p. 59-63, jan./fev. 2007.

SANTOS, F.S. da. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.783-791, jul. 2008.

SENE, E. de.; MOREIRA, J. C. **Geografia geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização**. São Paulo: Scipione, 3 ed., 1999. 503 p.

SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.501-509, 2001

SILVA, L.F. **A cafeicultura brasileira no modelo tecnológico produtivista: 1960-90**. 1994. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

SILVEIRA, M. A. da; MORUZZI MARQUES, P. E. Tendências em torno das referências de qualidade alimentar e seus impactos nas dinâmicas territoriais: o caso da cafeicultura familiar no sul de minas gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2009. 1 CD ROM.

SOUZA, S. M. C. de. **Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.) em cafeeiros, em três localidades do estado de Minas Gerais**. 1980. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1980.

SOUZA, J. C. & REIS P. R. Broca do café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. **Boletim Técnico - Epamig**. Belo Horizonte, 2 ed., n. 50, 1997. 40 p.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L. de O. Bicho-Mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado. **Boletim técnico-Epamig**, Belo Horizonte, n. 54, p. 7-48, maio 1998.

SOUZA, J.C. de.; SILVA, R.A.; REIS, P.R. **Broca-do-café: previsão de infestação para a safra de café de 2008**. Belo Horizonte: Epamig, 2007. 2 p. (Circular Técnica, 10).

SOUZA, M.C.M. de; OTANI, M.N.; SAES, M.S.M. **Novas tendências de inserção de pequenos agricultores no mercado de cafés especiais: produção orgânica, comércio solidário e slow food**. 2001. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=80>>. Acesso em: 25 out. 2007.

SOUZA, A. F. de. **Estratégias de controle da ferrugem em cafeeiros irrigados e não irrigados**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SOUZA, M. C. M. de. **Cafés sustentáveis e denominação de origem: a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários**. 2006. 177 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TALAMINI, V. et al. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.55-62, jan./fev. 2001.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v.2, n.2, p. 21-42, set. 2005.

THEODORO, V.C. de A. Certificação de café orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n. 214/215, p. 136-148, jan./abr. 2002.

THEODORO, V.C.A. de. **Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico**. 2006. 142 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

THIOLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

THOMAZIELLO, R. A. et al. **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82p. (Boletim Técnico, 187).

TORQUEBIAU, E. Sustainability indicators in agroforestry. In: HUXLEY, P. A. (Ed). **Viewpoints and issues on agroforestry and sustainability**. Nairobi: ICRAF, 1989. 14p.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. **Anais...** Cidade: Editora, 2000. p. 171-174.

VEIGA, J. E. da. A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. In: TRIGUEIRO, A (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 199-213.

VENZON, M. et al. Tecnologias alternativas para o controle de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 76-84, 2005.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP**. Revisão e adequação realizada por Décio Cotrim e Ladjane Ramos. Brasília: MDA/ Secretaria da Agricultura Familiar, 2007. 62 p.

VIEIRA, T. G. C. et al. Uso de geotecnologias na avaliação espaço-temporal das principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 313-320.

VILLACORTA, A.; POSSAGNOLO, F.; SILVA, R.; RODRIGUES, P. S. Um modelo de armadilhas com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos**. Vitória, 2001. p. 2093-2098.

VILAS BOAS, O. Uma breve descrição dos sistemas agroflorestais na América Latina. 1F. **Série Registros**, São Paulo, n. 8, p.1-16, 1991.

VILLATORO, M. A. A. **Matéria orgânica e Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo na Cultura do Café sob Manejo Agroflorestal e Orgânico**. 2004. 176 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Ufrjr), Seropédica, 2004.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema convencional.

11 Variables: Y1 Y2 Y3 Y4 TMAX TMIN TMED TOTEVAP TOTENS TPREC
UMID

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
Y1	12	5.20833	5.52457	62.50000	0
15.00000					
Y2	12	17.87500	10.84629	214.50000	1.00000
38.50000					
Y3	12	1.62500	1.43218	19.50000	0
4.50000					
Y4	12	0.36667	0.53659	4.40000	0
1.35000					
TMAX	12	27.39167	1.71117	328.70000	24.10000
29.80000					
TMIN	12	14.58333	3.31877	175.00000	9.40000
18.10000					
TMED	12	20.04167	2.44297	240.50000	16.10000
23.20000					
TOTEVAP	12	79.91667	19.70205	959.00000	54.30000
120.20000					
TOTENS	12	157.62500	36.20857	1892	72.90000
216.80000					
TPREC	12	116.35000	77.73883	1396	24.80000
253.60000					
UMID	12	75.94333	5.15101	911.32000	65.27000
81.19000					

Simple Statistics

Variable	Label
Y1	%Folhas atacadas Ferrugem
Y2	%folhas atacadas Cercospora
Y3	%Folhas minadas B.Mineiro
Y4	%Frutos atacados Broca
TMAX	TEMPERATURA MÁXIMA
TMIN	TEMPERATURA MÍNIMA
TMED	TEMPERATURA MÉDIA
TOTEVAP	TOTAL EVAPORAÇÃO
TOTENS	TOTAL INSOLAÇÃO
TPREC	TOTAL PRECIPITAÇÃO
UMID	UMIDADE

ANEXO 2. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema convencional.

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	Y1	Y2	Y3	Y4	TMAX
TMIN					
Y1	1.00000	0.84590	0.17450	-0.23128	-0.48832
0.74577					
%Folhas atacadas Ferrugem		0.0005	0.5875	0.4695	0.1072
0.0054					

Y2 0.76719 %Folhas atacadas Cercospora 0.0036	0.84590	1.00000	0.02451	0.13949	-0.68433	-
Y3 0.09611 %Folhas minadas B.Mineiro 0.7664	0.17450	0.02451	1.00000	-0.39215	0.26198	
Y4 0.21668 %Frutos atacados Broca 0.4988	-0.23128	0.13949	-0.39215	1.00000	-0.49893	-
TMAX 0.86392 TEMPERATURA MÁXIMA 0.0003	-0.48832	-0.68433	0.26198	-0.49893	1.00000	
TMIN 1.00000 TEMPERATURA MÍNIMA	0.1072	0.0141	0.4107	0.0987		
TMED 0.96932 TEMPERATURA MÉDIA <.0001	-0.74577	-0.76719	0.09611	-0.21668	0.86392	
TOTEVAP 0.15904 TOTAL EVAPORAÇÃO 0.6215	0.0054	0.0036	0.7664	0.4988	0.0003	
TOTENS 0.60032 TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0390	-0.66957	-0.77088	0.16857	-0.34920	0.95195	
TPREC 0.84788 TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.0005	0.45390	0.09769	0.48255	-0.70007	0.30282	-
UMID 0.42550 UMIDADE 0.1679	0.1383	0.7626	0.1121	0.0112	0.3387	
	0.57178	0.29715	0.17822	-0.09686	-0.19992	-
	0.0521	0.3483	0.5795	0.7646	0.5333	
	-0.77191	-0.85953	0.02011	-0.23305	0.68853	
	0.0033	0.0003	0.9505	0.4660	0.0133	
	-0.59211	-0.29250	-0.38183	0.44575	-0.05330	
	0.0425	0.3562	0.2207	0.1464	0.8693	

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	TMED	TOTEVAP	TOTENS	TPREC	
UMID					
Y1 0.59211 %Folhas atacadas Ferrugem 0.0425	-0.66957	0.45390	0.57178	-0.77191	-
Y2 0.29250 %folhas atacadas Cercospora 0.3562	0.0172	0.1383	0.0521	0.0033	
Y3 0.38183 %Folhas minadas B.Mineiro 0.2207	-0.77088	0.09769	0.29715	-0.85953	-
Y4 0.44575 %Frutos atacados Broca 0.1464	0.0033	0.7626	0.3483	0.0003	
TMAX 0.05330 TEMPERATURA MÁXIMA 0.8693	0.16857	0.48255	0.17822	0.02011	-
TMIN 0.42550	0.6005	0.1121	0.5795	0.9505	
	-0.34920	-0.70007	-0.09686	-0.23305	
	0.2659	0.0112	0.7646	0.4660	
	0.95195	0.30282	-0.19992	0.68853	-
	<.0001	0.3387	0.5333	0.0133	
	0.96932	-0.15904	-0.60032	0.84788	

TEMPERATURA MÍNIMA 0.1679	<.0001	0.6215	0.0390	0.0005	
TMED 0.21744	1.00000	0.05472	-0.45342	0.81272	
TEMPERATURA MÉDIA 0.4972		0.8659	0.1388	0.0013	
TOTEVAP 0.92956	0.05472	1.00000	0.51830	-0.16884	-
TOTAL EVAPORAÇÃO <.0001	0.8659		0.0843	0.5999	
TOTENS 0.72477	-0.45342	0.51830	1.00000	-0.57282	-
TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0077	0.1388	0.0843		0.0516	
TPREC 0.41400	0.81272	-0.16884	-0.57282	1.00000	
TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.1809	0.0013	0.5999	0.0516		
UMID 1.00000	0.21744	-0.92956	-0.72477	0.41400	
UMIDADE	0.4972	<.0001	0.0077	0.1809	

Anexo 3. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema orgânico.

11 Variables: Y1 Y2 Y3 Y4 TMAX TMIN TMED TOTEVAP TOTENS TPREC
UMID

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
Y1	10	41.15000	38.47153	411.50000	0
87.50000					
Y2	10	19.15000	19.72034	191.50000	1.00000
54.50000					
Y3	10	0.95000	0.86442	9.50000	0
2.50000					
Y4	10	0.28000	0.29364	2.80000	0
0.70000					
TMAX	12	27.39167	1.71117	328.70000	24.10000
29.80000					
TMIN	12	14.58333	3.31877	175.00000	9.40000
18.10000					
TMED	12	20.04167	2.44297	240.50000	16.10000
23.20000					
TOTEVAP	12	79.91667	19.70205	959.00000	54.30000
120.20000					
TOTENS	12	157.62500	36.20857	1892	72.90000
216.80000					
TPREC	12	116.35000	77.73883	1396	24.80000
253.60000					
UMID	12	75.94333	5.15101	911.32000	65.27000
81.19000					

Simple Statistics

Variable	Label
Y1	Percentual Folhas atacadas Ferrugem
Y2	Percentual Folhas atacadas Cercospora
Y3	Percentual Folhas minadas B. Mineiro
Y4	Percentual Frutos atacados Broca
TMAX	TEMPERATURA MÁXIMA
TMIN	TEMPERATURA MÍNIMA
TMED	TEMPERATURA MÉDIA
TOTEVAP	TOTAL EVAPORAÇÃO
TOTENS	TOTAL ENSOLAÇÃO
TPREC	TOTAL PRECIPITAÇÃO
UMID	UMIDADE

Anexo 4. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema orgânico.

Pearson Correlation Coefficients				
Prob > r under H0: Rho=0				
Number of Observations				
	Y1	Y2	Y3	
Y4				
Y1	1.00000	0.86145	0.49474	-
0.20626				
Percentual Folhas atacadas Ferrugem		0.0014	0.1460	
0.5675				
10	10	10	10	
Y2	0.86145	1.00000	0.26121	-
0.18555				
Percentual Folhas atacadas Cercospora	0.0014		0.4660	
0.6078				
10	10	10	10	
Y3	0.49474	0.26121	1.00000	
0.36771				
Percentual Folhas minadas B. Mineiro	0.1460	0.4660		
0.2959				
10	10	10	10	
Y4	-0.20626	-0.18555	0.36771	
1.00000				
Percentual Frutos atacados Broca	0.5675	0.6078	0.2959	
	10	10	10	
10				
TMAX	-0.66232	-0.74539	-0.46912	-
0.30528				
TEMPERATURA MÁXIMA	0.0369	0.0133	0.1714	
0.3910				
10	10	10	10	
TMIN	-0.91407	-0.92513	-0.44744	
0.01933				
TEMPERATURA MÍNIMA	0.0002	0.0001	0.1948	
0.9577				
10	10	10	10	
TMED	-0.83185	-0.88046	-0.44621	-
0.12349				
TEMPERATURA MÉDIA	0.0028	0.0008	0.1961	
0.7339				
10	10	10	10	
TOTEVAP	0.43612	0.24991	-0.02195	-
0.78677				
TOTAL EVAPORAÇÃO	0.2077	0.4862	0.9520	
0.0069				
10	10	10	10	
TOTENS	0.66057	0.55317	0.15089	-
0.18723				
TOTAL ENSOLAÇÃO	0.0376	0.0972	0.6773	
0.6045				
10	10	10	10	
TPREC	-0.81997	-0.84157	-0.36998	-
0.12360				

TOTAL PRECIPITAÇÃO	0.0037	0.0023	0.2926
0.7337			
10	10	10	10
UMID	-0.66011	-0.41845	-0.12741
0.64876			
UMIDADE	0.0378	0.2288	0.7258
0.0424			
10	10	10	10

Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	TMAX	TMIN	TMED	
TOTEVAP				
Y1	-0.66232	-0.91407	-0.83185	
0.43612				
Percentual Folhas atacadas Ferrugem	0.0369	0.0002	0.0028	
0.2077				
10	10	10	10	
Y2	-0.74539	-0.92513	-0.88046	
0.24991				
Percentual Folhas atacadas Cercospora	0.0133	0.0001	0.0008	
0.4862				
10	10	10	10	
Y3	-0.46912	-0.44744	-0.44621	-
0.02195				
Percentual Folhas minadas B. Mineiro	0.1714	0.1948	0.1961	
0.9520				
10	10	10	10	
Y4	-0.30528	0.01933	-0.12349	-
0.78677				
Percentual Frutos atacados Broca	0.3910	0.9577	0.7339	
0.0069				
10	10	10	10	
TMAX	1.00000	0.86392	0.95195	
0.30282				
TEMPERATURA MÁXIMA		0.0003	<.0001	
0.3387				
12	12	12	12	
TMIN	0.86392	1.00000	0.96932	-
0.15904				
TEMPERATURA MÍNIMA	0.0003		<.0001	
0.6215				
12	12	12	12	
TMED	0.95195	0.96932	1.00000	
0.05472				
TEMPERATURA MÉDIA	<.0001	<.0001		
0.8659				
12	12	12	12	
TOTEVAP	0.30282	-0.15904	0.05472	
1.00000				
TOTAL EVAPORAÇÃO	0.3387	0.6215	0.8659	
	12	12	12	
12				
TOTENS	-0.19992	-0.60032	-0.45342	
0.51830				
TOTAL ENSOLAÇÃO	0.5333	0.0390	0.1388	
0.0843				
12	12	12	12	
TPREC	0.68853	0.84788	0.81272	-
0.16884				

TOTAL PRECIPITAÇÃO	0.0133	0.0005	0.0013	
0.5999				
12	12	12	12	
UMID	-0.05330	0.42550	0.21744	-
0.92956				
UMIDADE	0.8693	0.1679	0.4972	
<.0001				
12	12	12	12	

Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	TOTENS	TPREC	UMID
Y1	0.66057	-0.81997	-0.66011
Percentual Folhas atacadas Ferrugem	0.0376	0.0037	0.0378
	10	10	10
Y2	0.55317	-0.84157	-0.41845
Percentual Folhas atacadas Cercospora	0.0972	0.0023	0.2288
	10	10	10
Y3	0.15089	-0.36998	-0.12741
Percentual Folhas minadas B. Mineiro	0.6773	0.2926	0.7258
	10	10	10
Y4	-0.18723	-0.12360	0.64876
Percentual Frutos atacados Broca	0.6045	0.7337	0.0424
	10	10	10
TMAX	-0.19992	0.68853	-0.05330
TEMPERATURA MÁXIMA	0.5333	0.0133	0.8693
	12	12	12
TMIN	-0.60032	0.84788	0.42550
TEMPERATURA MÍNIMA	0.0390	0.0005	0.1679
	12	12	12
TMED	-0.45342	0.81272	0.21744
TEMPERATURA MÉDIA	0.1388	0.0013	0.4972
	12	12	12
TOTEVAP	0.51830	-0.16884	-0.92956
TOTAL EVAPORAÇÃO	0.0843	0.5999	<.0001
	12	12	12
TOTENS	1.00000	-0.57282	-0.72477
TOTAL ENSOLAÇÃO		0.0516	0.0077
	12	12	12
TPREC	-0.57282	1.00000	0.41400
TOTAL PRECIPITAÇÃO	0.0516		0.1809
	12	12	12
UMID	-0.72477	0.41400	1.00000
UMIDADE	0.0077	0.1809	
	12	12	12

Anexo 5. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema organo-mineral.

11 Variables: Y1 Y2 Y3 Y4 TMAX TMIN TMED TOTEVAP TOTENS TPREC
 UMID

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
Y1	12	37.20833	35.67878	446.50000	0
91.00000					
Y2	12	24.79167	23.43313	297.50000	1.50000
76.00000					

Y3	12	2.45833	2.50870	29.50000	0
8.50000					
Y4	12	0.20583	0.25632	2.47000	0
0.67000					
TMAX	12	27.39167	1.71117	328.70000	24.10000
29.80000					
TMIN	12	14.58333	3.31877	175.00000	9.40000
18.10000					
TMED	12	20.04167	2.44297	240.50000	16.10000
23.20000					
TOTEVAP	12	79.91667	19.70205	959.00000	54.30000
120.20000					
TOTENS	12	157.62500	36.20857	1892	72.90000
216.80000					
TPREC	12	116.35000	77.73883	1396	24.80000
253.60000					
UMID	12	75.94333	5.15101	911.32000	65.27000
81.19000					

Simple Statistics

variable	Label
Y1	%Folhas atacadas Ferrugem
Y2	% Folhas atacadas Cercosporiose
Y3	% Folhas atacadas Bicho-mineiro
Y4	%Frutos atacados Broca
TMAX	TEMPERATURA MÁXIMA
TMIN	TEMPERATURA MÍNIMA
TMED	TEMPERATURA MÉDIA
TOTEVAP	TOTAL EVAPORAÇÃO
TOTENS	TOTAL ENSOLAÇÃO
TPREC	TOTAL PRECIPITAÇÃO
UMID	UMIDADE

Anexo 6. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema organo-mineral.

Pearson Correlation Coefficients, N = 12						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Y1	Y2	Y3	Y4	TMAX	
TMIN						
Y1	1.00000	0.84952	0.05698	0.03887	-0.77650	-
0.94135						
%Folhas atacadas Ferrugem		0.0005	0.8604	0.9045	0.0030	
<.0001						
Y2	0.84952	1.00000	-0.24952	0.12252	-0.77621	-
0.85836						
	0.0005		0.4341	0.7045	0.0030	
0.0004						
Y3	0.05698	-0.24952	1.00000	-0.47744	0.20639	-
0.00282						
	0.8604	0.4341		0.1165	0.5199	
0.9931						
Y4	0.03887	0.12252	-0.47744	1.00000	-0.41981	-
0.13378						
%Frutos atacados Broca		0.9045	0.7045	0.1165	0.1743	
0.6785						
TMAX	-0.77650	-0.77621	0.20639	-0.41981	1.00000	
0.86392						
TEMPERATURA MÁXIMA	0.0030	0.0030	0.5199	0.1743		
0.0003						
TMIN	-0.94135	-0.85836	-0.00282	-0.13378	0.86392	
1.00000						
TEMPERATURA MÍNIMA	<.0001	0.0004	0.9931	0.6785	0.0003	
TMED	-0.89953	-0.87929	0.11823	-0.24360	0.95195	
0.96932						
TEMPERATURA MÉDIA	<.0001	0.0002	0.7144	0.4455	<.0001	
<.0001						

TOTEVAP 0.15904	0.23814	0.00206	0.66252	-0.76187	0.30282	-
TOTAL EVAPORAÇÃO 0.6215	0.4561	0.9949	0.0189	0.0040	0.3387	
TOTENS 0.60032	0.56012	0.46110	0.12736	-0.12710	-0.19992	-
TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0390	0.0582	0.1314	0.6932	0.6939	0.5333	
TPREC 0.84788	-0.89685	-0.75125	-0.07581	-0.07680	0.68853	
TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.0005	<.0001	0.0049	0.8149	0.8125	0.0133	
UMID 0.42550	-0.48132	-0.28641	-0.53191	0.56683	-0.05330	
UMIDADE 0.1679	0.1131	0.3668	0.0751	0.0546	0.8693	

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	TMED	TOTEVAP	TOTENS	TPREC	
UMID					
Y1 0.48132	-0.89953	0.23814	0.56012	-0.89685	-
%Folhas atacadas Ferrugem 0.1131	<.0001	0.4561	0.0582	<.0001	
Y2 0.28641	-0.87929	0.00206	0.46110	-0.75125	-
0.3668	0.0002	0.9949	0.1314	0.0049	
Y3 0.53191	0.11823	0.66252	0.12736	-0.07581	-
0.0751	0.7144	0.0189	0.6932	0.8149	
Y4 0.56683	-0.24360	-0.76187	-0.12710	-0.07680	
%Frutos atacados Broca 0.0546	0.4455	0.0040	0.6939	0.8125	
TMAX 0.05330	0.95195	0.30282	-0.19992	0.68853	-
TEMPERATURA MÁXIMA 0.8693	<.0001	0.3387	0.5333	0.0133	
TMIN 0.42550	0.96932	-0.15904	-0.60032	0.84788	
TEMPERATURA MÍNIMA 0.1679	<.0001	0.6215	0.0390	0.0005	
TMED 0.21744	1.00000	0.05472	-0.45342	0.81272	
TEMPERATURA MÉDIA 0.4972		0.8659	0.1388	0.0013	
TOTEVAP 0.92956	0.05472	1.00000	0.51830	-0.16884	-
TOTAL EVAPORAÇÃO <.0001	0.8659		0.0843	0.5999	
TOTENS 0.72477	-0.45342	0.51830	1.00000	-0.57282	-
TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0077	0.1388	0.0843		0.0516	
TPREC 0.41400	0.81272	-0.16884	-0.57282	1.00000	
TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.1809	0.0013	0.5999	0.0516		
UMID 1.00000	0.21744	-0.92956	-0.72477	0.41400	
UMIDADE	0.4972	<.0001	0.0077	0.1809	

Anexo 7. Tabela com a média, desvio-padrão, soma, mínimo e máximo e matriz de correlação para as variáveis analisadas no agroecossistema agroflorestal.

11 Variables: Y1 Y2 Y3 Y4 TMAX TMIN TMED TOTEVAP TOTENS TPREC
UMID

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
Y1 83.00000	12	41.37500	33.41959	496.50000	0
Y2 67.00000	12	29.08333	23.11221	349.00000	2.50000
Y3 19.50000	12	6.04167	6.02441	72.50000	0.50000
Y4 1.14000	12	0.25000	0.35810	3.00000	0
TMAX 29.80000	12	27.39167	1.71117	328.70000	24.10000
TMIN 18.10000	12	14.58333	3.31877	175.00000	9.40000
TMED 23.20000	12	20.04167	2.44297	240.50000	16.10000
TOTEVAP 120.20000	12	79.91667	19.70205	959.00000	54.30000
TOTENS 216.80000	12	157.62500	36.20857	1892	72.90000
TPREC 253.60000	12	116.35000	77.73883	1396	24.80000
UMID 81.19000	12	75.94333	5.15101	911.32000	65.27000

Simple Statistics

Variable	Label
Y1	%Folhas atacadas Ferrugem
Y2	%Folhas atacadas Cercospora
Y3	%Folhas minadas B. Mineiro
Y4	%Frutos atacados Broca
TMAX	TEMPERATURA MÁXIMA
TMIN	TEMPERATURA MÍNIMA
TMED	TEMPERATURA MÉDIA
TOTEVAP	TOTAL EVAPORAÇÃO
TOTENS	TOTAL ENSOLAÇÃO
TPREC	TOTAL PRECIPITAÇÃO
UMID	UMIDADE

Anexo 8. Tabela com coeficientes de correlação de Pearson, probabilidades associadas e número de observações para as variáveis analisadas no agroecossistema agroflorestal.

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	Y1	Y2	Y3	Y4	TMAX	
TMIN						
Y1 0.89623 %Folhas atacadas Ferrugem <.0001	1.00000	0.90731	-0.30464	0.29584	-0.81585	-
Y2 0.93593	0.90731	1.00000	-0.18464	0.04251	-0.79819	-

%Folhas atacadas Cercospora <.0001	<.0001		0.5657	0.8956	0.0019	
Y3 0.25603 %Folhas minadas B. Mineiro 0.4219	-0.30464	-0.18464	1.00000	-0.37167	0.26768	
Y4 0.03763 %Frutos atacados Broca 0.9076	0.29584	0.04251	-0.37167	1.00000	-0.13219	
TMAX 0.86392 TEMPERATURA MÁXIMA 0.0003	-0.81585	-0.79819	0.26768	-0.13219	1.00000	
TMIN 1.00000 TEMPERATURA MÍNIMA	-0.89623	-0.93593	0.25603	0.03763	0.86392	
TMED 0.96932 TEMPERATURA MÉDIA <.0001	-0.88104	-0.90815	0.24757	-0.01808	0.95195	
TOTEVAP 0.15904 TOTAL EVAPORAÇÃO 0.6215	0.00223	0.13095	0.26381	-0.52477	0.30282	-
TOTENS 0.60032 TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0390	0.9945	0.6850	0.4074	0.0798	0.3387	
TPREC 0.84788 TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.0005	0.55368	0.58254	-0.07715	0.00402	-0.19992	-
UMID 0.42550 UMIDADE 0.1679	0.0618	0.0469	0.8116	0.9901	0.5333	
	-0.72411	-0.81045	0.10024	0.30002	0.68853	
	-0.32204	-0.38231	-0.10721	0.40213	-0.05330	
	0.3073	0.2200	0.7402	0.1950	0.8693	

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

UMID	TMED	TOTEVAP	TOTENS	TPREC	
Y1 0.32204 %Folhas atacadas Ferrugem 0.3073	-0.88104	0.00223	0.55368	-0.72411	-
Y2 0.38231 %Folhas atacadas Cercospora 0.2200	0.0002	0.9945	0.0618	0.0077	
Y3 0.10721 %Folhas minadas B. Mineiro 0.7402	-0.90815	0.13095	0.58254	-0.81045	-
	<.0001	0.6850	0.0469	0.0014	
	0.24757	0.26381	-0.07715	0.10024	-
	0.4379	0.4074	0.8116	0.7566	

Pearson Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

UMID	TMED	TOTEVAP	TOTENS	TPREC	
Y4 0.40213 %Frutos atacados Broca 0.1950	-0.01808	-0.52477	0.00402	0.30002	
TMAX 0.05330	0.95195	0.30282	-0.19992	0.68853	-

TEMPERATURA MÁXIMA 0.8693	<.0001	0.3387	0.5333	0.0133	
TMIN 0.42550	0.96932	-0.15904	-0.60032	0.84788	
TEMPERATURA MÍNIMA 0.1679	<.0001	0.6215	0.0390	0.0005	
TMED 0.21744	1.00000	0.05472	-0.45342	0.81272	
TEMPERATURA MÉDIA 0.4972		0.8659	0.1388	0.0013	
TOTEVAP 0.92956	0.05472	1.00000	0.51830	-0.16884	-
TOTAL EVAPORAÇÃO <.0001	0.8659		0.0843	0.5999	
TOTENS 0.72477	-0.45342	0.51830	1.00000	-0.57282	-
TOTAL ENSOLAÇÃO 0.0077	0.1388	0.0843		0.0516	
TPREC 0.41400	0.81272	-0.16884	-0.57282	1.00000	
TOTAL PRECIPITAÇÃO 0.1809	0.0013	0.5999	0.0516		
UMID 1.00000	0.21744	-0.92956	-0.72477	0.41400	
UMIDADE	0.4972	<.0001	0.0077	0.1809	

Anexo 9. Tabela com análise de solo (0-20 e 20-40) dos agroecossistemas convencional, organo-mineral, orgânico e agroflorestal.

Agroecossistemas	P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
	mg/dm ³	g/dm ³	Ca Cl ₂	mmol/dm ³						
0-20 Convencional	8	31	4,9	4,7	25	9	45	1,1	38,7	83,7
0-20 Organo-mineral	18	38	5,2	5,4	34	16	38	0,6	55,4	93,4
0-20 Orgânico	5	22	4,9	2,9	21	6	36	0,8	29,9	65,9
0-20 Agroflorestal	27	24	4,9	2,0	33	8	42	0,5	43,0	85,0
20-40 Convencional	7	27	4,8	4,1	17	6	45	2,0	27,1	72,1
20-40 Organo-mineral	12	29	5,0	3,2	27	12	40	1,0	42,2	82,2
20-40 Orgânico	5	16	4,5	2,0	13	4	42	4,4	19,0	61,0
20-40 Agroflorestal	18	20	4,8	1,8	36	8	38	1,3	45,8	83,8

Continuação do Anexo 9.

Agroecossistemas	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	mg/dm ³					
0-20 Convencional	46	9	0,49	1,4	39	48,0	1,7
0-20 Organo-mineral	59	8	0,60	0,3	25	28,0	1,7
0-20 Orgânico	45	8	0,52	0,3	24	35,0	0,9
0-20 Agroflorestal	51	8	0,55	1,9	57	89,0	6,5
20-40 Convencional	38	9	0,52	1,1	43	66,0	1,2
20-40 Organo-mineral	51	12	0,64	0,4	30	20,6	1,3
20-40 Orgânico	31	11	0,22	0,3	21	24,0	0,7
20-40 Agroflorestal	55	13	0,25	1,4	58	88,0	5,6

8. APÊNDICE

Apêndice 1. Imagens.



Lesões foliares em folhas do cafeeiro ocasionadas pela lagarta do bicho-mineiro.



Folhas do cafeeiro infestadas por ferrugem.



Folhas do cafeeiro infestadas por cercosporiose.



Avaliação em laboratório.



Coleta de folhas – amostragem destrutiva



Monitoramento da broca - amostragem não destrutiva.



Amostragem de solo



Fragmento de mata secundária, agroecossistema convencional, organo-mineral e orgânico.



Sistema orgânico.

Sistema convencional.

Sistema agroflorestal.



Lavoura convencional

Lavoura agroflorestal

Lavoura organo-mineral



Agricultores familiares do Sítio Boa Vista, Poço-Fundo – MG.



Colaboradores e agricultores.



Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço-Fundo e Região - COOPFAM

Apêndice 2. Questionário semi-estruturado aplicado aos cafeicultores.

Nome da Propriedade: _____

Proprietários:

Há: _____

Data: ___/___/___

Aspectos históricos, sociais e culturais

1) Há quanto tempo o senhor (a) exerce atividade agrícola nesta propriedade?

2) O senhor (a) sempre trabalhou em atividades ligadas à agricultura?

() sim () não

3) Quantos membros têm na família do senhor?

4) Nos trabalhos diários o senhor (a) tem a ajuda de algum membro da família?

COMPOSIÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO

Família	Sexo	Idade	Dias/mês	Função	Observação
Homem					
Mulher					
Filho(a)					
Filho(a)					
Filho(a)					
Trab permanente					

Trabalho Temporário					
Outros					
TOTAL					

5) Caso exerçam outras atividades além da agricultura, quais são?

6) Antes da implantação das lavouras o que era cultivado no local?

7) Possui assistência hospitalar, postos de saúde e farmácias na comunidade rural? Se não possui, como ele é realizado?

8) Qual a escolaridade dos integrantes da família? Qual a qualidade do ensino destinada aos filhos?

9) Fazem parte de alguma associação, sindicato, cooperativa ou em outras entidades de cunho político religioso? E como se dá a sua participação?

Aspectos técnico-produtivos da unidade de produção

10) Além da cultura do café o senhor desenvolve outras atividades agrícolas?

() fruticultura () horticultura () criação de aves () criação de gado

() outros

11) A fertilização dos cultivos é feita com adubo orgânico ou mineral?

12) Qual a origem dos insumos aplicados na cultura do café ou em outras atividades exercidas dentro da propriedade? (Onde compram?)

13) Há integração da produção vegetal com a animal? Como ela ocorre?

14) O controle das ervas espontâneas, das pragas e doenças dos vegetais e animais é químico ou natural?

15) Qual o espaçamento da lavoura cafeeira?

16) Qual a área total da lavoura de café?

17) Quais são as variedades mais utilizadas?

18) Qual o número de cafeeiros plantados por hectare?

19) Qual a altura média das plantas?

20) Qual a idade dos cafeeiros?

21) Quando realizou-se calagem ou gessagem na área? Qual a quantidade aplicada por há?

22) Realizou análise de solos das áreas cafeeiras nos últimos anos?

23) Realizou varrição do café, ou seja, coletou o café que ficou caído no solo após a colheita de 2007?

24) Há quantos anos iniciou-se o uso de agrotóxicos na lavoura onde se faz o monitoramento?

() Desde o plantio Quando? _____

25) Há quanto tempo não se aplica agrotóxicos na lavoura monitorada?

26) Os agrotóxicos mais utilizados na lavoura eram para combater:

() plantas daninhas () para broca () para o bicho-mineiro () para ferrugem

() para cercospora () cigarra () ácaros () outros.

27) Alguma vez teve problemas com a qualidade do café? Quando? Porque?

26) Recebem alguma orientação técnica? () sim () não

De quem? _____

27) O senhor considera a safra de sua lavoura desse ano (monitorada) como alta ou baixa?

26) MANEJO DA LAVOURA DE CAFÉ SELECIONADA PARA A PESQUISA NO PERÍODO DE AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS

<u>Atividades</u>	<u>Nov-07</u>	<u>Dez-07</u>	<u>Jan-08</u>	<u>Fev-08</u>	<u>Mar-08</u>	<u>Abril-08</u>	<u>Mai-08</u>	<u>Jun-08</u>	<u>Jul-08</u>	<u>Ago-08</u>	<u>Set-08</u>	<u>Out-08</u>	<u>Nov-08</u>
-------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Aspectos econômicos

27) Em qual linha de financiamento o senhor se enquadra?

() Pronaf () outros

Quais?

Não usa

Informal

Oficial

28) Caso desenvolva em seu sítio outras atividades, essas culturas são destinadas ao consumo da família ou à venda em algum mercado?

29) Qual a produção e a produtividade das lavouras cafeeiras nos últimos 4 anos?

30) Como é composta a infra-estrutura básica da unidade produtiva?

31) Como é realizada a comercialização do café (com quem, de que forma)?

32) Por quanto (R\$) a saca de café benzeado tem sido comercializada? Tem obtido lucros com a produção cafeeira?

Aspectos Sanitário-Ambientais

33) Nos últimos anos a lavoura cafeeira sofreu alguma chuva de granizo?

34) Houve neste ano algum período de estiagem temporária? () sim () não

E o ano passado? () sim () não

35) Ao utilizar agroquímicos (fertilizantes, defensivos, etc.), os trabalhadores fazem uso de equipamentos de segurança individual?

() 1. Sim Quais? () 1. macacão () 2. luvas () 3. botas () 4. máscara

() 5. camisa de mangas compridas () 6. calça comprida () 7. lenço

() 2. Não Motivos: _____ () 8. NSA

36) Quais têm sido os problemas de saúde mais freqüentes entre os trabalhadores que lidam com agroquímicos? (sim=1 / não =2)

() 1. respiratórios () 2. cardiovasculares () 3. neurológicos () 4. do aparelho locomotor () 5. digestivos () 6. Outros: _____ ()

7. Nenhum () 8. NSA

37) A propriedade é certificada? Em qual ano recebeu a certificação? Qual é a certificadora?

38) Quantos fragmentos de mata existem na propriedade? Qtos há perfazem?

39) A propriedade é bem arborizada? As lavouras cafeeiras são plantadas em monocultivos?

40) É comum a presença de animais silvestres nas lavouras cafeeiras?

41) A quantidade e qualidade dos recursos hídricos presentes na propriedade é satisfatória?

42) Como é a topografia local? O solo da unidade produtiva possui riscos de erosão?

Opniões dos agricultores

43)O senhor já viu falar em Agroecologia? Sabe o que é? Imagina o que viria a ser?

44)Quais as maiores facilidades encontradas nas atividades agrícolas?

E as dificuldades?

45) Se hoje o senhor tivesse alguma proposta para vender a propriedade a um preço extremamente relevante o senhor deixaria suas atividades?

() sim () não

Motivo:
