



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

CULTURA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) COM PRINCÍPIOS
AGROECOLÓGICOS COMO OPÇÃO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NA
REGIÃO DE PENÁPOLIS/SP.

SEBASTIÃO ZAGO

**ARARAS/SP
2008**



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

CULTURA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) COM PRINCÍPIOS AGROECOLÓGICOS COMO OPÇÃO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE PENÁPOLIS/SP.

SEBASTIÃO ZAGO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

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.

**ARARAS/SP
2008**

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

Z18cc

Zago, Sebastião.

Cultura de café (*Coffea arábica* L.) com princípios agroecológicos como opção para a agricultura familiar na região de Penápolis/SP / Sebastião Zago. -- São Carlos : UFSCar, 2009.
212 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Colonização. 2. Café - cultivo. 3. Agroecologia. 4. Agricultura familiar. 5. Sustentabilidade. I. Título.

CDD: 630 (20^a)



Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Agrárias / Embrapa Meio Ambiente

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural/PPGADR

Curso de Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Via Anhangüera, km 174, Caixa Postal 153 - CEP 13600-970 - Araras/SP

Fone (19) 3543-2582 Fax (19) 3543-2600/2614 – ppgadr@cca.ufscar.br

Araras, 08 de dezembro de 2008.

Declaração

Declaramos para os devidos fins que o aluno **SEBASTIÃO ZAGO** foi **APROVADO** na Defesa da Dissertação de Mestrado realizada em **08/12/2008**.

Título da Dissertação: **"Cultura de Café (Coffea arábica L.) com Princípios Agroecológicos como Opção para a Agricultura Familiar na Região de Penápolis/SP"**

Banca Examinadora: Prof. Dr. José Maria Gusman Ferraz(orientador)
Dr. Roberto Cesnik
Prof. Dr. Paulo Roberto Beskow

Prof. Dr. Paulo Roberto Beskow
Coordenador do Curso de Mestrado em
Agroecologia e Desenvolvimento Rural
CCA/UFSCar - EMBRAPA MEIO AMBIENTE

Dedico este trabalho à minha esposa, Cássia, e às minhas filhas, Juliana e Marina, pelo carinho e compreensão.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE
SEBASTIÃO ZAGO
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 08 DE DEZEMBRO DE 2008.

BANCA EXAMINADORA:

JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ
EMBRAPA - Meio Ambiente

PAULO ROBERTO BESKOW
UFSCar - PPGADR

ROBERTO CESNIK
EMBRAPA - Meio Ambiente

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e proteção que tem me proporcionado;

Ao meu Orientador, Professor Dr. José Maria Gusman Ferraz, pela disposição, sugestões e compreensão ao me orientar;

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto BesKow, Coordenador do Programa, e a todos da Comissão de Pós-Graduação do PPGADR da UFSCar, pelo trabalho e dedicação para a melhoria do curso;

Aos Professores do Curso, pelos ensinamentos que me transmitiram;

Ao Professor Dr. José Carlos Casagrande e aos funcionários do Laboratório de Análises Químicas do Solo, da UFSCar, pela atenção e cooperação nas análises realizadas durante o desenvolvimento do trabalho;

Ao Prof. Dr. Pedro José Valarini pelas sugestões e contribuição no trabalho de pesquisa sobre as análises enzimáticas e, aos Técnicos do Laboratório de Microbiologia Ambiental - EMBRAPA - Meio Ambiente, Elke Simoni Dias Vilela e João Luiz da Silva, pela realização das análises enzimáticas do solo;

À colega de Turma, Fernanda Ribeiro de Andrade Oliveira, pela colaboração nas análises de enzimas, realizadas no Laboratório da EMBRAPA;

Ao Prof. Dr. Rubsmar Stolf, pelo apoio nas pesquisas e equipamentos sobre compactação do solo;

Ao Pesquisador da EMBRAPA - Meio Ambiente, Dr. Roberto Cesnik, pelo apoio no empréstimo de materiais e sugestões de pesquisa sobre o café;

À bibliotecária da UFSCar – CCA, Maria Helena Sachi do Amaral, pela grande ajuda na correção da aplicação das normas técnicas e encaminhamento para elaboração da ficha catalográfica;

Ao amigo, Eng^o. Agr^o. Luis Antonio Sanches Murakami, da Secretaria da Agricultura, EDR de Lins, pela adaptação do mapeamento de solos da região de Penápolis;

Ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e à ETEC João Jorge Geraissate, pelo afastamento concedido e ao apoio para a realização deste trabalho;

Aos colegas de turma, pela amizade e companheirismo durante o curso;

À minha família e aos amigos, pelo carinho, apoio e incentivo.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 Café: da origem ao Brasil.....	23
2.2 Os caminhos do café no Brasil.....	23
2.3 Importância do café na Região Noroeste do Est. de São Paulo.....	24
2.3.1 Origem e fundação de Penápolis.....	24
2.3.2 Desbravamento da Região.....	26
2.4 O sistema tradicional de produção.....	29
2.4.1 O manejo da cultura.....	29
2.4.2 Variedades pioneiras.....	31
2.5 Exigências ecológicas do cafeeiro.....	33
2.5.1 Clima.....	33
2.5.2 Solo e relevo.....	40
2.5.2.1 Estrutura química do solo	40
2.5.2.2 Estrutura física do solo	42
2.5.2.3 Estrutura biológica do solo	45
2.5.3 Fenologia da planta.....	48
2.6 Cultivares.....	50
2.7 Desenvolvimento da cultura e aspectos fitossanitários.....	55
2.8 Espaçamento e sombreamento.....	59
2.9 Comercialização.....	62
2.10 Sustentabilidade.....	64
2.10.1 Indicadores de sustentabilidade.....	68
2.10.2 A agricultura familiar	73
2.11 Sistemas alternativos de produção.....	76
2.11.1 Agricultura orgânica.....	76

2.12 Agroecologia como abordagem para transição.....	79
3 METODOLOGIA DO TRABALHO.....	83
3.1 Caracterização da região de estudo.....	83
3.2 Definição dos tratamentos.....	91
3.2.1 Descrição do experimento.....	92
3.3 Descrição dos indicadores avaliados.....	98
3.3.1 Fertilidade do solo: análise química.....	98
3.3.2 Compactação do solo.....	100
3.3.3 Enzimas do solo.....	101
3.3.4 Desenvolvimento da cultura e aspectos fitossanitários.....	102
3.3.5 Entomofauna.....	103
3.3.6 Custos de implantação.....	104
3.3.7 Aspectos socioeconômicos.....	104
3.4 Procedimentos estatísticos	106
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
4.1 Análises químicas.....	108
4.1.1 Análise estatística.....	115
4.2 Compactação do solo.....	136
4.3 Enzimas do solo.....	142
4.3.1 Desidrogenase.....	145
4.3.2 Polissacarídeos.....	147
4.3.3 Biomassa microbiana.....	147
4.3.4 Análise estatística comparativa entre parcelas.....	152
4.4 Desenvolvimento da cultura.....	153
4.4.1 Altura das plantas, número de ramos e perímetro do caule.....	153
4.4.2 Aspectos fitossanitários.....	157
4.5 Entomofauna.....	168
4.6 Custos de implantação.....	170
4.7 Aspectos sociais.....	177
5 CONCLUSÃO	187
6 REFERENCIAS.....	189
7 ANEXOS.....	200

Anexo 1 - Super-magro (calda biofertilizante).....	200
Anexo 2 - Análise da Granulometria do solo.....	201
Anexo 3 - Tabela dos resultados das Análises Químicas de macronutrientes do solo das parcelas do experimento, em 2004, 2006 e 2007 - 0 a 20 cm de profundidade.....	202
Anexo 4: Tabela dos resultados das análises químicas dos micronutrientes.....	203
Anexo 5 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em abril/07.....	204
Anexo 6 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em agosto/07.....	205
Anexo 7 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em dezembro/2007.....	206
8 APÊNDICE: Questionário para produtores	207

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Valores de saturação por bases (V), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m) e de retenção de cátions (RC), relacionados com os termos eutrófico, mesotrófico, distrófico, álico e ácrico.....	41
Tabela 2 - Escala de tempo para avaliação de diferentes aspectos da sustentabilidade.....	69
Tabela 3 - Escala temporal e sistêmica para a avaliação da ação indutora de mudanças nas propriedades, processos e no microclima do solo.....	70
Tabela 4 - Dados climatológicos do município de Penápolis.....	85
Tabela 5 - Zoneamento Climático da Cultura do Café (Coffea arabica) no Estado de São Paulo.....	87
Tabela 6 - Número de UPAS até 50 ha no município de Penápolis.....	88
Tabela 7 - Distribuição das culturas e respectivas áreas cultivadas, no município de Penápolis/SP – 2005.....	89
Tabela 8 - Número de UPAS até 50 ha do município de Avanhandava.....	89
Tabela 9 - Número de UPAS até 50 ha do município de Glicério.....	90
Tabela 10 - Número de UPAS até 50 ha do município de Barbosa.....	90
Tabela 11 – Cronograma das principais atividades desenvolvidas na área das parcelas com princípios agroecológicos e convencional.....	97
Tabela 12 - Número, área e % de Unidades Produtivas Agropecuárias (UPAs) totais e de até 50 hectares nos municípios de Penápolis, Avanhandava, Glicério e Barbosa.....	105
Tabela 13 - Número de UPAs com cultivo de café nos municípios de Penápolis, Avanhandava, Glicério e Barbosa.....	106
Tabela 14 - Limites de interpretação dos teores de micronutrientes em solos.....	113
Tabela 15 – Média das análises química do solo no ano de 2007 para	

	os diversos tratamentos.....	116
Tabela 16 –	Valores limites de fertilidade do solo.....	118
Tabela 17 -	Médias estatísticas do ano de 2007 dos diferentes tratamentos para análise de enxofre e micronutrientes do solo.....	118
Tabela 18 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P1	120
Tabela 19 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P6.....	122
Tabela 20 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P8.....	122
Tabela 21 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P2.....	123
Tabela 22 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P3.....	125
Tabela 23 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P4.....	127
Tabela 24 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P5.....	129
Tabela 25 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P7.....	131
Tabela 26 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para no mês de abril/07.....	133
Tabela 27 -	Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para o mês de novembro/07.....	133
Tabela 28 -	Características de algumas espécies leguminosas de verão que podem ser utilizadas como adubo verde na	

	cafeicultura.....	134
Tabela 29 -	Médias estatísticas da análise de micronutrientes do solo no mês de abril e novembro/07.....	135
Tabela 30 –	Limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento das raízes.....	137
Tabela 31 -	Médias estatísticas dos resultados das análises da desidrogenase, polissacarídeos e da biomassa microbiana do solo realizada em março, julho e dezembro de 2007.....	143
Tabela 32 -	Resultados da análise de enzima desidrogenase, polissacarídeo e biomassa microbiana em Abril/07.....	152
Tabela 33 –	Resultados da análise de enzima desidrogenase, polissacarídeo e biomassa microbiana em Novembro/07...	153
Tabela 34 -	Altura das plantas e número de ramos dos cafeeiros.....	154
Tabela 35 -	Perímetro do caule dos cafeeiros a 5 centímetros do nível do solo.....	156
Tabela 36 -	Levantamento do ataque de bicho mineiro (<i>Perileucoptera coffeella</i>), em jan./08.....	164
Tabela 37 -	Levantamento do ataque de bicho mineiro (<i>Perileucoptera coffeella</i>), em agosto/08.....	165
Tabela 38 -	Atividades, quantidades e valores da mão-de-obra e hora/máquina para implantação de um hectare de café em moldes agroecológicos.....	171
Tabela 39 -	Atividades, quantidades e valores da mão-de-obra e hora/máquina para implantação de um hectare de café no sistema convencional, durante 2 anos.....	171
Tabela 40 -	Quantidades e preços de insumos utilizados na formação de um hectare de café em moldes agroecológicos, durante 2 anos.....	172
Tabela 41 -	Quantidade e preços de insumos utilizados na formação de um hectare de café no sistema convencional (P7).....	173
Tabela 42 -	Custos da mão-de-obra, hora/máquina e aquisição dos insumos e materiais para a formação de um hectare de	

	café no sistema convencional e em moldes agroecológicos.....	174
Tabela 43 -	Situação de residência e tempo de trabalho na propriedade rural.....	177
Tabela 44 -	Condições das terras e ocupação do solo, na região de estudo.....	178
Tabela 45 -	Produção de outras culturas nas propriedades pesquisadas.....	183
Tabela 46 -	Produção e consumo de outros produtos pelos agricultores da região.....	183
Tabela 47 -	Produção pecuária das propriedades pesquisadas.....	184
Tabela 48 -	Opinião dos agricultores sobre a cafeicultura.....	185

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Carta de deficiências hídricas anuais (mm) para o Estado de São Paulo.....	36
Figura 2 - Faixas de temperatura média anual (2007) para o Estado de São Paulo.....	37
Figura 3 – Zoneamento climático da cultura do café no Estado de São Paulo.....	38
Figura 4 - Esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica.....	50
Figura 5 – Mapa de classificação de solos da região de Penápolis e de localização da região de estudo.....	84
Figura 6 – Mapa da classificação climática de koeppen para o Estado de São Paulo.....	86
Figura 7 – Zoneamento para a cultura do café no Estado de São Paulo.....	88
Figura 8 – Representação da área do Colégio Agrícola de Penápolis..	92
Figura 9 - Fotos 1 e 2 - Preparo dos sulcos (capina) e plantio das mudas de café pelos alunos do Colégio Agrícola.....	93
Figura 10 - Esquema representativo da área experimental de café orgânico no Colégio Agrícola de Penápolis.....	95
Figura 11 - Representação gráfica dos dados do penetrômetro de impacto e correspondente perfil amostrado.....	100
Figura 12 – Foto da armadilha tipo Pitfall ,para insetos da superfície do solo.....	103
Figura 13 – Gráfico da variação transversal e longitudinal da fertilidade do solo.....	109
Figura 14 – Gráfico das alterações da fertilidade do solo (M.O.,CTC, SB e V%).....	111
Figura 15 – Gráficos dos teores de micronutrientes do solo, durante o ano de 2007.....	114

Figura 16 -	Gráfico das médias do ano de 2007 para a de macronutrientes do solo.....	117
Figura 17 -	Gráfico das médias do ano de 2007 para a análise de enxofre e micronutrientes do solo.....	119
Figura 18 –	Gráficos de evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P1, P6 e P8.....	121
Figura 19 –	Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P2, P6 e P8.....	124
Figura 20 -	Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P3, P6 e P8.....	126
Figura 21 -	Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P4, P6 e P8.....	128
Figura 22 -	Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P5, P6 e P8.....	130
Figura 23 -	Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P7, P6 e P8.....	132
Figura 24 -	Gráfico da resistência do solo à penetração, em abril/07....	137
Figura 25 -	Gráfico da resistência do solo à penetração em agosto/07..	139
Figura 26 -	Gráfico da precipitação pluviométrica no local do experimento/2007.....	140
Figura 27 -	Gráfico da resistência do solo à penetração em dezembro/07.....	141
Figura 28 -	Gráfico das médias das análises da Desidrogenase, Polissacarídeos e da Biomassa microbiana do solo realizadas em março, julho e dezembro de 2007.....	144
Figura 29 -	Gráfico das médias das análises da desidrogenase nos meses de março, julho e dezembro/07.....	146
Figura 30 -	Gráfico dos resultados transversais da análise de polissacarídeos	148
Figura 31 -	Gráfico dos resultados transversais da análise da biomassa microbiana	150
Figura 32 -	Gráfico da evolução da altura das plantas e número de	

	ramos dos cafeeiros.....	156
Figura 33 -	Gráfico da mensuração dos perímetros dos caules dos cafeeiros do experimento.....	157
Figura 34 -	Gráfico das temperaturas máxima, mínima e média no ano de 2007 no local do experimento.....	158
Figura 35a -	Foto de cafeeiros com sintomas de seca de ponteiros.....	159
Figura 35b -	Foto de sistema radicular de cafeeiro, pouco desenvolvido.....	159
Figura 36a -	Foto do sistema radicular de plantas espontâneas (<i>Sida sp</i>) defeituosas na área do café orgânico.....	160
Figura 36b -	Foto do sistema radicular de cafeeiros com seca de ramos.....	160
Figura 37 -	Gráfico da porcentagem de plantas com sintomas de seca de ponteiros.....	162
Figura 38 -	Gráfico da porcentagem de minas de bicho mineiro (<i>Perileuoptera coffeella</i>), em janeiro/08.....	164
Figura 39 -	Gráfico da porcentagem de minas de bicho mineiro (<i>Perileuoptera coffeella</i>), em agosto/08.	166
Figura 40-	Foto da vista parcial de parcelas do experimento.....	167
Figura 41 –	Gráfico da diversidade de insetos da superfície do solo na área do experimento em janeiro/08.....	169
Figura 42 –	Gráfico dos custos de implantação, em R\$, para um hectare de café no sistema convencional e em moldes agroecológico.....	174
Figura 43 –	Gráfico dos custos de produção para 1 Ha de café nos modelos agroquímico e agroecológico.....	175
Figura 44 –	Gráfico dos custos proporcionais de implantação de 1 Ha de café em relação ao modelo convencional.....	176
Figura 45 –	Gráfico das variedades de café, cultivadas pelos produtores pesquisados.....	181

CULTURA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) COM PRINCÍPIOS AGROECOLÓGICOS COMO OPÇÃO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE PENÁPOLIS/SP.

Autor: SEBASTIÃO ZAGO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

RESUMO

O município de Penápolis e região, localizados no noroeste do estado de São Paulo, foram desbravados para implantação da cafeicultura e tornaram-se fortes produtores no início do século passado, influenciando no traçado das ferrovias e na dispersão dos imigrantes. Porém, devido a fatores econômicos, climáticos e políticos, essa cultura foi substituída por outras atividades agropecuárias, desenvolvidas para as grandes propriedades, como a cana-de-açúcar e a pastagem, oprimindo assim, a agricultura familiar que se tornou inviável em moldes convencionais de produção, provocando a retirada do agricultor familiar para a cidade em busca de outras fontes de renda. O objetivo desse trabalho é o acompanhamento da formação e manejo de uma lavoura experimental de café em moldes agroecológicos e a definição de indicadores de sustentabilidade, para avaliação e comparação de resultados com outros cultivos de princípios convencionais, orgânico e um fragmento de mata natural, como parâmetros para a análise, avaliação e implementação desse sistema de cultivo na região, em busca de um resgate da tradição local. Neste trabalho, concluiu-se que a cafeicultura em moldes agroecológicos promoveu sensíveis transformações físico-químicas e biológicas no sistema, indicando que, com a utilização de técnicas alternativas de produção aliadas à tradição do cultivo do café e à aptidão do agricultor, é possível viabilizar a cafeicultura como alternativa para a agricultura familiar na região.

Palavras-chave: Colonização, cafeicultura, agroecologia, agricultura familiar, sustentabilidade.

COFFEE CULTURE (*Coffea arabica* L.) WITH AGROECOLOGICAL PRINCIPLES AS OPTION FOR FAMILY AGRICULTURE IN THE REGION OF PENÁPOLIS / SP.

Author: SEBASTIÃO ZAGO

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

ABSTRACT

The county of Penápolis and region, located into the northwest of São Paulo state, was deforested by coffee growing and they became strong producers in the beginning of the past century, influencing on the plan of the railroads on diffusion of the immigrants. But, due to economic factors, climatic and politicians, this culture has been replaced by others activities agriculture, developed for the big properties, such as the sugar cane and the meadow, overwhelming so, the familiar agriculture that if turned out inoperable on conventional molds of production, causing the removal of the little farmer to the city in search of others fountains of income. The purpose of this work was the following-up the formation and handling of a experimental farming of coffee on agroecologic molds and the definition of the indicators of sustainability for the assessment and comparison of results with others cultivations of conventional principles, organic and a fragment of natural forest, for parameters for analysis, assessment and implementation of this system of cultivation on region.

In this work, it concluded that the coffee on agroecologics molds promoted sensitive physical-chemical and biological transformations in the system, indicating that, the use of alternative techniques of production combined with coffee cultivation tradition and the farmer's capacity it's possible to make the coffee culture as an alternative to family farming in the region.

Key words: Colonization, coffee growing, agroecologic, family agriculture, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O café foi a principal atividade agrícola na região noroeste do Estado de São Paulo, assim como em toda a Região Sudeste do Brasil. A participação do café na pauta das exportações brasileiras na década de vinte atingia setenta por cento, caindo para a faixa de dez a doze por cento no final da década de setenta. Essa redução significativa é devida ao aumento verificado no valor das exportações totais, da produção de soja, cana-de-açúcar e criação de gado, principalmente. Porém, em algumas propriedades o café ainda permanece e atinge uma boa porcentagem da renda global das atividades agrícolas (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

As áreas de plantio e a produção de café foram reduzidas gradativamente afetadas pelos preços de mercado, pela baixa produtividade causada pelo desgaste dos solos, por ocorrências de geadas e por estímulos governamentais, ora para renovação dos cafezais, ora para a erradicação de lavouras mais antigas, em virtude dos baixos preços no mercado internacional.

Após a década de setenta houve também a migração da cafeicultura para outros estados, principalmente Minas Gerais, por oferecer melhores condições climáticas e com bebida de melhor qualidade, assumindo assim a liderança na produção a partir dessa época.

A área em estudo apresenta uma paisagem onde a interferência humana é um elemento preponderante. Historicamente, a região foi ocupada

por indígenas, depois pelos imigrantes e cafeicultores, tendo como apoio a ferrovia Noroeste do Brasil, que foi traçada para facilitar o desbravamento da região, a implementação da cafeicultura e o desenvolvimento das cidades, entre elas Penápolis.

Warrem Dean, na sua obra “A ferro e fogo: a história da devastação da mata atlântica” descreve com detalhes os impactos causados pela cultura cafeeira no meio ambiente e, em particular, a esta região do Estado de São Paulo:

O crescimento do café se irradiou para noroeste, acompanhando a extensão da floresta primária rumo ao Rio Paraná. As vias férreas, que logo passaram a ser financiadas pelos próprios cafeicultores, acompanhavam essa derrubada (...) A nova região cafeeira, o oeste paulista, começou a produzir quando o Vale do Paraíba e a zona da Mata de Minas Gerais entraram em decadência terminal (...) (Dean, 1987:232, 234).

Com a decadência do café, a região noroeste do estado de São Paulo sofreu um processo de estagnação e acabou por absorver a monocultura canavieira, também responsável pelo empobrecimento da paisagem e, mais do que isso, por constantes processos de contaminação por agrotóxicos, erosão dos solos e assoreamento dos rios.

A intensa mecanização dos canaviais além de agredir o solo e o ambiente em geral, cria atrito político e social, com grande perda de empregos no setor pela sazonalidade da safra, usa mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, os chamados “bóias-frias” e, além de ser responsável por ciclos migratórios e seus impactos sociais no local de trabalho e na região de origem destes trabalhadores rurais.

A cana-de-açúcar como produção agro-industrial exige a utilização de máquinas e equipamentos de grande porte, que além de causar impactos negativos ao ambiente, é excludente também para a agricultura familiar, causando desemprego de atividades secundárias e, conseqüentemente o êxodo da população rural, que acaba por reforçar a população da periferia das cidades, em condições quase sempre abaixo do nível mínimo do bem estar social.

O esgotamento natural da fertilidade dos solos da região, aliado à exploração irracional e conservação precária induzem à baixa produtividade, entrando num círculo de empobrecimento e supressão das pequenas propriedades em prol das grandes. Portanto, é necessária a introdução de formas produtivas que sejam adequadas a essas propriedades e à capacidade financeira dos agricultores familiares, para que voltem a ter uma fonte de renda viável em suas propriedades.

Este trabalho tem como objetivo principal o acompanhamento da implantação de uma lavoura experimental de café em moldes agroecológicos, numa área do Colégio Agrícola de Penápolis/SP (ETEC João Jorge Geraissate), para análise do desenvolvimento da cultura e adaptação desse sistema na região, comparando-se com a cafeicultura convencional e utilizando como parâmetros uma cultura de café orgânico e um fragmento de mata nativa.

Os objetivos específicos que norteiam esse trabalho são:

1. Sensibilizar os alunos do Colégio Agrícola, produtores rurais, lideranças locais (sindicatos, associações e políticos) e o público em geral, mostrando que o modelo de base agroecológica pode ser uma opção viável para o resgate da cafeicultura e da agricultura familiar na região;
2. Resgatar os conhecimentos dos agricultores familiares aliando-os aos conhecimentos científicos de base ecológica como opção de implementação de modelos sustentáveis de produção e agregação de renda.
3. Levantar os dados sócio-culturais e econômicos de cafeicultores da região com potencial para a produção de café em moldes agroecológicos;
4. Construir coletivamente, conhecimentos teóricos e práticos em agroecologia, visando à formação dos alunos do Colégio Agrícola de Penápolis com a participação dos produtores da região;
5. Identificar e selecionar indicadores que possam ser utilizados no acompanhamento do processo de implementação da lavoura de café na região estudada;
6. Comparar sistemas com base agroecológica e convencional, através dos indicadores elencados;

7. Avaliar o custo da implantação da cafeicultura em sistema de base agroecológica e convencional;

Portanto, a implantação experimental de uma lavoura de café em moldes agroecológicos e a avaliação de sua sustentabilidade devem nortear para uma opção alternativa de produção agrícola, viável para o agricultor familiar na região.

A produção orgânica é uma das metas da ETEC João Jorge Geraissate, denominado Colégio Agrícola, pertencente ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETPS), uma autarquia da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo, que possui objetivos de divulgação dos diferentes sistemas de produção agropecuária em suas unidades de ensino técnico.

O CEETEPS como uma instituição pública de ensino técnico possui metas para a instalação de projetos de produção orgânica em suas unidades e entende que esse sistema alternativo é viável nas escolas técnicas pela estrutura física que apresentam, pela diversidade das atividades desenvolvidas em agricultura, pecuária, florestal, gestão agrícola e outras áreas afins e, também pela força dos objetivos que a instituição possui na transmissão de conhecimentos de novas tecnologias de produção aos seus alunos, os quais são na maioria filhos de pequenos produtores rurais.

O Colégio Agrícola de Penápolis está inserido num contexto regional de difusão de conhecimentos, que promove aos alunos e suas famílias e demais produtores da região a opção por caminhos para o bem estar social e o desenvolvimento pleno do ser humano. Nesse sentido, a entidade esforça-se para cumprir seus objetivos e princípios, para oferecer uma educação técnica de qualidade, baseada nas boas práticas produtivas e na responsabilidade coletiva para a construção de conceitos de produção agropecuária alternativa, que respeite o ambiente e as pessoas e, com sustentabilidade.

O levantamento do perfil dos produtores familiares na região contribuiu para um diagnóstico socioeconômico, que possibilitou também despertar para outras opções de produção agrícola, mais coerente com as condições climáticas e tradicionais locais.

Além da comunidade escolar alguns cafeicultores também participaram deste projeto, estiveram presentes em eventos realizados na Escola e se tornaram parceiros para a comparação de diferentes sistemas de produção de café, contribuindo assim, para a discussão sobre novos paradigmas quanto às práticas alternativas viáveis para essa cultura na região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Café: da origem 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. Já no início do século dezoito, as Casas de Cafés tornaram-se centros de encontro e reunião de aristocratas, burgueses e intelectuais. Precedido pela fama de "provocar idéias", o café conquistou, desde logo, o gosto de escritores, artistas e pensadores (HISTORIANET, 2007).

2.2 Os caminhos do café no Brasil

Foi em mil e setecentos e vinte e sete que o oficial português Francisco de Mello Palheta, vindo da Guiana Francesa, trouxe as primeiras mudas da rubiácea para o Brasil, as quais foram plantadas no Pará, onde floresceram sem dificuldade. Meio século mais tarde o café saltou para o Rio de Janeiro, onde começou a ser plantado em mil e setecentos e oitenta e um, promovendo um novo ciclo econômico na história do país. Findo o ciclo da mineração do ouro em Minas Gerais outra riqueza surgia, provocando a emergência de uma nova aristocracia e promovendo o progresso do Império e

da Primeira República. Entrando pelo vale do Rio Paraíba os cafezais que já dominavam a paisagem fluminense chegaram a São Paulo, que a partir da década de mil e oitocentos e oitenta passou a ser o principal produtor nacional. Na sua marcha foi criando cidades, abrindo ferrovias e estradas e fazendo fortunas e, ao terminar o século XIX o Brasil controlava o mercado cafeeiro mundial (HISTORIANET, 2007).

2.3 Importância do café na Região Noroeste do Estado de São Paulo

2.3.1 Origem e fundação de Penápolis

A Região dos "*Campos do Avanhandava*" e do "*Salto do Avanhandava*" no médio Rio Tietê, quando da chegada dos primeiros desbravadores, era habitada pelos índios Coroados, vindos do sul do Brasil (BARROS, 1992).

No ano de mil e oitocentos e quarenta e dois alguns contingentes humanos recém chegados de Minas Gerais estabeleceram-se nestes campos, às margens direita e esquerda do Salto do Avanhandava, atual Represa da Usina Hidrelétrica de Nova Avanhandava, desbravando e colonizando a região Noroeste do Estado de São Paulo que até então figurava nos mapas brasileiros como "Sertão Desconhecido" (BRANDÃO, 1989; BARROS, 1992).

A primeira presença do Estado brasileiro na região foi, na década de mil e oitocentos e sessenta, por ocasião da Guerra do Paraguai, quando uma Colônia Militar foi instalada próxima ao Salto, a qual foi chamada de "Degredo" (BARROS, 1992).

Inicialmente, próximo ao velho quartel já abandonado e ao Ribeirão do Lageado, tentou-se formar em mil e oitocentos e oitenta e três, um Patrimônio tendo como padroeiro o "Nosso Senhor dos Passos", o qual não prosperou porque uma das famílias pioneiras foi massacrada pelos índios nessa ocasião (BRANDÃO, 1989).

A partir de mil e oitocentos e oitenta, com o aumento do volume do comércio do café, as exigências do mercado externo e também interno e a

conseqüente descoberta das potencialidades das terras do oeste paulista, outras frentes pioneiras invadem o território e a ocupação sistemática finalmente se instaura como exploração econômica motivada pela cafeicultura e outros empreendimentos capitalistas, provocando radical transformação sócio-econômica na região, que a partir dessa época passa a experimentar notável desenvolvimento e progresso (BRANDÃO, 1989).

Tempos depois surgiu o Patrimônio de Santa Cruz do Avanhanda, em áreas barganhadas por honorários advocatícios entre os herdeiros da pioneira Maria Chica e o advogado e empreendedor Coronel Manuel Bento da Cruz que, juntando-se ao fazendeiro Eduardo José de Castilho, doou terras aos frades capuchinhos para a formação desse patrimônio, com objetivo de venda de lotes vizinhos, fracionados de suas terras (BRANDÃO, 1989).

Assim fundaram o Patrimônio de Santa Cruz do Avanhanda, em vinte e cinco de outubro de mil e novecentos e oito e, como marco do acontecimento ergueram um cruzeiro em frente ao local, onde depois se instalou o Primeiro Grupo Escolar de Penápolis. Logo em seguida, em dois de dezembro de mil e novecentos e oito, foi inaugurada a Estação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil que impulsionou o povoamento da região e, em mil e novecentos e nove o povoado recebe o nome de Penápolis, em homenagem ao então “colaborador” dos cafeicultores, o Presidente da República Dr. Afonso Augusto Moreira Pena (BARROS, 1992).

Com a instalação da estrada de ferro o movimento migratório se volta para essa região e, Manoel Bento da Cruz, possuidor de grande extensão de terras, atrai trabalhadores pagando-os com terras com o intuito de fixá-los por aqui, e então, desembarcam dos trens muitas famílias de imigrantes a fim de tornarem-se pequenas proprietárias (BRANDÃO, 1989).

Outro fator importante nesse contexto é a continuidade da abertura da região noroeste paulista e sul do Mato Grosso do Sul. Com os pressupostos do desenvolvimento da região, com a construção da estrada de ferro e as potencialidades das terras para agricultura, ainda existiam dois problemas que precisavam de solução urgente: o ataque dos índios e a mão de

obra escassa na época. Surgia então a oportunidade para os anteriormente empregados das fazendas tornarem-se pequenos proprietários de terras. Dessa forma, de um lado o interesse no povoamento e de outro, a realização do sonho de ser proprietário. Porém os pioneiros encontraram seus maiores obstáculos nos ataques dos índios e na malária e, estes sofreram muito a ação de “bugreiros” e só foram pacificados em um mil e novecentos e dezesseis com a ação do Coronel Cândido Rondon, que por isto é homenageado dando seu nome à principal rodovia que corta a região (BRANDÃO, 1989).

Pouco restou da cultura dos índios Coroados, porém a cidade foi enriquecida por várias tradições européias e asiáticas, pois se estabeleceram em Penápolis imigrantes de vários países para trabalharem nas lavouras de café. Vieram também muitos migrantes de Minas Gerais, com tradição em engenhos de cana-de-açúcar, doces, queijos e o carro de boi (BRANDÃO, 1989).

Ocorreram dois momentos significativos para essa zona pioneira, sendo o primeiro a “Frente de Expansão”, de mil e oitocentos e cinqüenta a mil e oitocentos e setenta, quando os posseiros se dedicavam à própria subsistência e, o segundo momento denominado “Frente Pioneira”, de mil e oitocentos e oitenta a mil e oitocentos e noventa, prolongando-se até mil e novecentos e dez, em que a ocupação se instaura como empreendimento econômico, com grandes lavouras de café, empresas imobiliárias, ferroviárias, comerciais e bancárias. Lotearam-se terras, transportaram-se mercadorias, realizaram-se compras, vendas e financiamentos da produção agrícola, além de promover a intensa imigração estrangeira (MARTINS, 1973).

2.3.2 Desbravamento da Região

Segundo a Historiadora Ana Maria Pereira Franco, a cultura do café compreende três momentos no estado de São Paulo: sendo o primeiro determinado pelo regime escravocrata, no qual se baseia a economia da época; o segundo, representa a substituição dessa mão de obra pelo trabalho do estrangeiro, a princípio, do italiano e, o terceiro período compreende a

emigração de São Paulo para o norte do Paraná, em função do aproveitamento da mão de obra nacional (FRANCO, 2007).

Até então, a zona noroeste paulista era conhecida somente como “território ocupado pelos índios”. Por isso deve-se à cultura do café a abertura destas terras, onde as áreas de cerrados foram substituídas por plantações de milhões de pés de café. Acreditava-se que o cafeeiro produzia melhor em terras antes cobertas por matas “virgens”, assim, enormes áreas de mata eram destruídas para abrigar as plantações do “ouro verde”, sendo que, aos primeiros sinais de esgotamento do solo, outras áreas de florestas eram destruídas para a abertura de novas fazendas e plantações. Este aspecto itinerante e predatório da cultura cafeeira deveu-se ao fato de que, inicialmente, o café foi cultivado sem os devidos cuidados (BRANDÃO, 1989).

A zona noroeste absorveu mais de um quarto da imigração paulista, desembarcando na região os portugueses, espanhóis, italianos, alemães e japoneses, os quais marcaram a fisionomia regional. Antes de tudo, chegaram à região os camponeses livres, caipiras e caboclos, que derrubavam a mata e faziam o plantio do cafezal. Os primeiros imigrantes foram os italianos e os portugueses, seguidos dos espanhóis e, só depois de 1910, começaram a chegar os japoneses (GIRARDELLO, 2002).

A imprevidência e o pouco caso com as reservas naturais, então fartas, eram agravados pelo método utilizado na limpeza da terra em que se utilizava a técnica primitiva, porém não adequada da “coivara”, ou seja, derrubada e queima da mata, uma herança indígena. Não havia controle e muitas vezes o fogo destruía uma área muito maior do que a pretendida. Para agravar a situação não se fazia a reposição de nutrientes e nem se empregava a técnica de curvas de nível, optando-se pelo plantio feito em fileiras de morro acima, prática essa herdada da era escravocrata que facilitava o controle dos escravos pelos feitores, porém aumentavam as erosões e a lixiviação do solo. O café geralmente era plantado em regiões de morros, e por isso facilitava-se a retirada de húmus do solo pelas enxurradas das chuvas. Assim, o pé de café tinha uma curta duração e, findo este período, devia-se partir em busca de terras novas deixando para trás as já esgotadas. Daí a itinerância desta cultura,

que ampliou as fronteiras agrícolas do território paulista, percorrendo toda a sua extensão (BRANDÃO, 1989).

Em Penápolis, os imensos cafezais eram entremeados por lavouras de cereais que muito contribuíram para a arrecadação de impostos. O loteamento e venda das terras dos grandes latifúndios atraíram muitas colônias de agricultores brasileiros e estrangeiros e assim iniciava-se um novo e revolucionário ciclo econômico na região noroeste de São Paulo com lavouras de arroz, café, milho, cana-de-açúcar e também a pecuária. Abriram-se então, para essa zona, os mais promissores horizontes (BRANDÃO, 1989).

As famílias que vinham para o Brasil quase sempre pertenciam às camadas mais pobres das populações européias, constituídas por camponeses, artesãos, operários, pequenos comerciantes e apenas um ou outro homem de negócios. Inicialmente as famílias eram encaminhadas para as fazendas de café, porém a relação com os patrões era permeada pela violência da tradição escravocrata e fazia com que muitos imigrantes, frustrados, voltassem aos seus países de origem depois de alguns anos, e outros tentassem a sorte nas cidades. Os que ficaram nas fazendas se viram totalmente isolados pelas enormes distâncias que separavam umas das outras e a particular conformação das mesmas, de um campo fechado no qual dificilmente, qualquer manifestação seria ouvida. Por isso, qualquer iniciativa de organizar movimentos de trabalhadores na área rural era inviável, com manifestações isoladas e que não tinham continuidade (FRANCO, 2007).

Por volta de mil e novecentos e dez, os grandes fazendeiros já tinham consciência do significado da mão de obra estrangeira e, com o trabalho livre, a produção do café cresceu assombrosamente. O excesso de mão de obra prejudicou ainda mais a situação dos imigrantes. Criou-se, então, uma nova política de colonização por pequenas propriedades, como no sul do país, porém em menor proporção. Criaram-se as colônias agrícolas, que mais tarde deram origem às vilas e cidades da região, porém se a intenção era formar o operariado rural, o que realmente aconteceu foi o surgimento dos pequenos proprietários (FRANCO, 2007).

O noroeste do estado, de acordo com a historiadora Ana Maria Pereira Franco, zona próspera no começo do século com suas terras férteis para a produção do café, maior produto da balança financeira da época, gerava emprego e renda aos imigrantes e, a partir daí, algumas dessas propriedades se modernizaram, outras desapareceram ou pertencem a outros donos e outras já nem existem mais, ao contrário das grandes fazendas, que na maioria continuam nas mãos das mesmas famílias que as abriram (FRANCO, 2007).

A partir de mil e novecentos e vinte e nove, com a quebra da Bolsa de Nova York, aliada à ascensão de outros países produtores de café, como a Colômbia, Equador, Quênia e Etiópia, os lucros provenientes da cultura cafeeira tornaram-se pouco atrativos aos produtores brasileiros, notadamente com relação ao custo da mão-de-obra. São Paulo foi perdendo, depois da década de mil e novecentos e quarenta, a sua posição de maior produtor brasileiro, não só pela queda dos preços no mercado internacional, mas também pelo envelhecimento natural de seus cafeeiros, substituídos por cana-de-açúcar, algodão e laranja, cujos preços eram mais vantajosos. De São Paulo as frentes pioneiras do café mudaram-se para o norte do Paraná, sul de Mato Grosso do Sul e sul de Minas Gerais (FRANCO, 2007).

2.4 O sistema tradicional de produção

2.4.1 O manejo da cultura

No início da cafeicultura, muitas vezes as praticas utilizadas não eram as mais adequadas do ponto de vista agrônômico, no sentido da preservação do solo e água, porém, não se utilizavam ainda os fertilizantes químicos e agrotóxicos para adubação e o controle de pragas e doenças. Utilizava-se mais a cobertura do solo para a reposição de nutrientes de forma mais natural, com esterco, casca do café e com restos de culturas intercalares e, as pragas e doenças não eram tão evidentes devido ao maior equilíbrio ambiental, a não ser o ataque de cigarras e da broca do café que provocam problemas há mais tempo (NEVES, 1974).

O bicho mineiro (*Perileucoptera 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).

Os cafezais do Brasil sempre foram atacados pelas cigarras (*Quesada gigas*; *Fidicina spp* e *Carineta spp*), sendo os primeiros ataques observados no Município de Caconde/SP, causando grandes danos entre mil e novecentos e mil e novecentos e quatro e nos anos seguintes foi constatado em outras regiões, sendo que no controle eram utilizadas medidas culturais como a erradicação dos cafezais nos locais infestados e pousio do solo por dois ou três anos. A broca (*Hypothenemus hampei*) estabeleceu-se no Estado de São Paulo, provavelmente antes de mil e novecentos e vinte e dois, pois já nesse ano verificaram-se intensos ataques desse inseto em todas as regiões, e para o seu controle exigia-se uma colheita sem deixar grãos perdidos e a erradicação de cafezais abandonados para eliminar os abrigos e alimentos das pragas durante o ciclo da cultura (REIS; SOUZA, 1986).

No início do Século XX começou a aparecer os primeiros insumos agrícolas como os fertilizantes que iriam substituir a adubação mais natural e surgiram também os agrotóxicos, os motores de combustão interna com utilização de combustível não renovável e o melhoramento genético das variedades existentes (SANTANA, 2005).

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).

A intensificação da utilização dessa prática aumentou ainda mais, após a segunda Guerra Mundial, caracterizando a chamada Revolução Verde

que se espalhou pelos países subdesenvolvidos, baseado no sucesso do padrão de desenvolvimento de países do primeiro mundo, levando a expectativa de um “pacote tecnológico” que acabaria com a fome no planeta. De fato, a produção total da agricultura cresceu vertiginosamente, mas nos anos de mil e novecentos e oitenta, a euforia das grandes safras cederia lugar a uma série de preocupações relacionadas aos problemas socioeconômicos e ambientais provocados por esse padrão produtivo (SANTANA, 2005).

2.4.2 Variedades pioneiras

Os primeiros cafezais brasileiros surgiram com uma pequena variabilidade genética, devido à constituição da planta mãe que forneceu uma enorme progênie de um só cafeeiro, conhecido como Nacional ou Crioulo ou Típica, da espécie *Coffea arábica* cv. Arábica. Porém, aos poucos os cafezais foram se diversificando devido a raras mutações ocorridas e a chegada de outras variedades, como o Bourbon Vermelho que foi trazido da ilha de Reunião, em mil e oitocentos e cinquenta e dois, por haver informações de que era mais produtivo e de boa qualidade (ROCHA; CARVALHO; FAZUOLI, 1980).

Em mil e oitocentos e setenta e cinco, quando do desbravamento da região de Ribeirão Preto, foi introduzido a variedade Bourbon Vermelho, que pela boa produtividade contribuiu para o enriquecimento do local. Em 1896, chegou ao Brasil a variedade denominada Sumatirão, oriunda da Ilha de Sumatra e, algumas mutações ocorreram nos cafeeiros da variedade arábica, como o Amarelo de Botucatu e o Maragogipe vermelho (CARVALHO, 2007).

Mais tarde, em 1935, encontrou-se um café no município de Américo de Campos (SP), morfologicamente semelhante e de cor amarela em vez de verde, o que lhe rendeu o nome de Cera ou Gema. Embora não produtivo tornou-se útil para as pesquisas sobre determinação da taxa de cruzamentos naturais, sobre a natureza do tecido que forma o grão do café e sobre os componentes químicos que determinam a coloração das sementes (MAZZAFERA; GUERREIRO FILHO; CARVALHO, 1988).

Em 1937 o Instituto Agrônômico recebeu do Estado do Espírito Santo, amostras de sementes de duas variedades provavelmente aí surgidas: Caturra Vermelho e Caturra Amarelo. Tratava-se de cafeeiro de porte reduzido e as análises realizadas na Seção de Genética revelaram que o Caturra se derivou do Bourbon Vermelho. Mostrou-se, também, que um par de fatores genéticos controla a redução do comprimento dos internódios. Mais tarde, verificou-se que o Caturra era originário do Estado de Minas Gerais e que fora levado ao Espírito Santo, onde se iniciara a sua plantação (IAC, 2007).

A ocorrência de um cafeeiro de boa capacidade produtiva e de porte pequeno constitui, realmente, uma verdadeira revolução nos planos gerais de melhoramento, pois, daí por diante, todos os projetos de melhoramento passaram a considerar a menor altura das plantas como fator de grande interesse econômico, por facilitar a operação de colheita, uma das mais dispendiosas na produção de café, e por permitir plantio mais adensado (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

Duas variedades importantes foram encontradas, parcialmente elaboradas pela natureza, conhecidos como Bourbon Amarelo e Mundo Novo. O Bourbon Amarelo foi encontrado no ano de 1930, em Pederneiras (SP), e deve ter-se originado pela hibridação natural entre o Bourbon Vermelho e o Amarelo de Botucatu. O Mundo Novo surgiu no ano de 1943, em Urupês (SP), pela provável hibridação do Bourbon Vermelho com o Sumatra (ROCHA; CARVALHO; FAZUOLI, 1980)

A partir da década de mil e novecentos e vinte, no Instituto Agrônômico, deu-se início a um plano bastante amplo de estudos biológicos e agrônômicos do cafeeiro (*Coffea arábica*) e, particularmente, de seu melhoramento. Assim, foram programados os mais diversos estudos, de sistemática, de citologia, de biologia da reprodução, de genética e de técnicas agrônômicas, tendo por objetivo reunir informações básicas para o plano de melhoramento e renovação cafeeira, que se prolonga até os dias atuais (IAC, 2007).

2.5 Exigências ecológicas do cafeeiro

2.5.1 Clima

A Portaria Federal nº 150, de 07 de agosto de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, aprovou o Zoneamento Agrícola para a cultura de Café (*Coffea arabica* L.) no Estado de São Paulo, ano safra 2007/2008, conforme as observações a seguir.

Para a exploração econômica do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.), a pleno sol, é fundamental a existência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, em suas diversas fases.

Para o cafeeiro, temperaturas médias anuais entre 18 e 23° C, em função dos novos cultivares e manejo da cultura, parecem ser os limites mais indicados no estabelecimento das áreas plenamente aptas à cafeicultura. Os índices térmicos médios anuais entre 19 e 21° C representam os valores ideais nas áreas próximas ao trópico. O cafeeiro, de modo geral, é pouco tolerante ao frio. Temperatura de -2° C, próximo aos troncos, já provoca danos aos tecidos, causando a "geada de canela". Esse índice corresponde a valores próximos de 1 a 2° C, medidos nas condições de abrigo meteorológico, dependendo das condições topográficas das lavouras, da localização do próprio posto meteorológico, bem como do gradiente de inversão da temperatura do ar. Nas folhas, a morte ocorre com temperaturas em torno de -3,4° C, que correspondem a aproximadamente 0° C no abrigo.

Por outro lado, regiões onde temperaturas acima de 30° C são freqüentes, durante períodos longos, a produção do cafeeiro arábica a pleno sol é prejudicada. Esses danos ocorrem, principalmente, na fase do florescimento, quando grande número de botões florais aborta (formação de "estrelinhas"), não produzindo frutos. Regiões próximas à linha do Trópico Câncer, onde as médias de temperatura anual ultrapassam os 22° C, apresentam elevado número de dias com temperaturas acima dos 30° C que, se coincidirem com a fase de florescimento, prejudicam a frutificação dos cafeeiros.

Em regiões com médias anuais superior a 23° C, esse problema parece ser mais grave e indica ser esse o limite de cultivo econômico do cafeeiro arábica a pleno sol.

O cafeeiro, para vegetar e frutificar normalmente, necessita encontrar umidade suficiente no solo durante o período de vegetação e frutificação, que vai de setembro/outubro a maio/junho, na maioria das áreas cafeeiras brasileiras. Nos períodos da colheita e do abotoamento da planta, de julho a setembro, a umidade do solo pode diminuir bastante, sem maiores problemas à cafeicultura.

Para cada um dos postos meteorológicos distribuídos por todo o estado de São Paulo, com dados medidos de precipitação, utilizados nas análises dos parâmetros climáticos para a cafeicultura, foram estimados as temperaturas médias mensais, foram gerados Balanços Hídricos e confeccionadas as cartas de deficiências e excedentes hídricos, igualmente interpoladas linearmente pelos pontos da grade. O armazenamento máximo de água no solo foi considerado como sendo de 125 milímetros. Geraram-se cartas de probabilidade de geadas, considerando-se aptas as áreas localizadas em situações geográficas com menos de 25% de probabilidade de ocorrência de temperaturas abaixo de 0°C no abrigo meteorológico, que equivale ao início de danos às folhas do cafeeiro. Essas cartas foram geradas através de georrefenciamento por meio de latitude e altitude, e com o uso de um interpolador disponível no Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Foram utilizados os seguintes parâmetros, com base na necessidade climática do cafeeiro arábica:

Municípios aptos sem restrições - temperatura média anual entre 18°C e 23°C, deficiência hídrica média anual entre 0 e 150 milímetros e probabilidade de geadas menor ou igual a 25%;

Municípios aptos com restrição térmica - temperatura média anual maior que 23°C, deficiência hídrica média anual entre 0 e 150 milímetros e probabilidade de geadas menor ou igual a 25%;

Municípios aptos com restrição a geadas - temperatura média anual entre 18°C e 23°C, deficiência hídrica média anual entre 0 e 150 milímetros e probabilidade de Geadas acima de 25%;

Municípios aptos com restrição térmica e hídrica, recomendando-se irrigação, com temperatura média anual maior que 23°C; deficiência hídrica maior que 150 milímetros e probabilidade de geadas menor ou igual a 25%.

Deve-se observar que na definição da limitação térmica, as temperaturas máximas acima de 34°C, que ocorrem nos meses de outubro a novembro e prejudicam o florescimento do cafeeiro, foram associadas às temperaturas médias anuais acima de 23°C que ocorrem principalmente no Noroeste do Estado e condicionam assim limitação térmica da região (BRASIL, 2007).

Para a elaboração do mapa final de aptidão climática foram confeccionadas ainda as cartas de deficiências hídricas anuais (Figura 1) e de temperaturas médias mensais e anuais (Figura 2) que serviram de base para os traçados das linhas de aptidão da cultura. Com uma base probabilística de abordagem, comparativamente aos anteriormente desenvolvidos que consideravam apenas as condições climáticas médias das regiões analisadas para plantio da cultura do Café Arábica, mostraram-se mais coerentes com as necessidades atuais de uso prático das informações para fins de crédito e seguro agrícola regional (PINTO et al, 2001).

Um fator considerado importante refere-se à atualização dos dados climáticos, anteriormente baseados em séries menos uniformes e homogêneas do que as atuais. Outro aspecto fundamental da melhoria das informações refere-se à aplicação de métodos atualizados de cartografia digital que permitem o cruzamento de mapas e a obtenção de áreas com características homogêneas de clima de maneira segura e praticamente isenta de erros.

A coloração azul no mapa indica baixa deficiência hídrica anual, com uma faixa variando de zero a vinte milímetros; a coloração verde de vinte a sessenta milímetros; a amarela de sessenta a oitenta e a vermelha mais de oitenta milímetros.

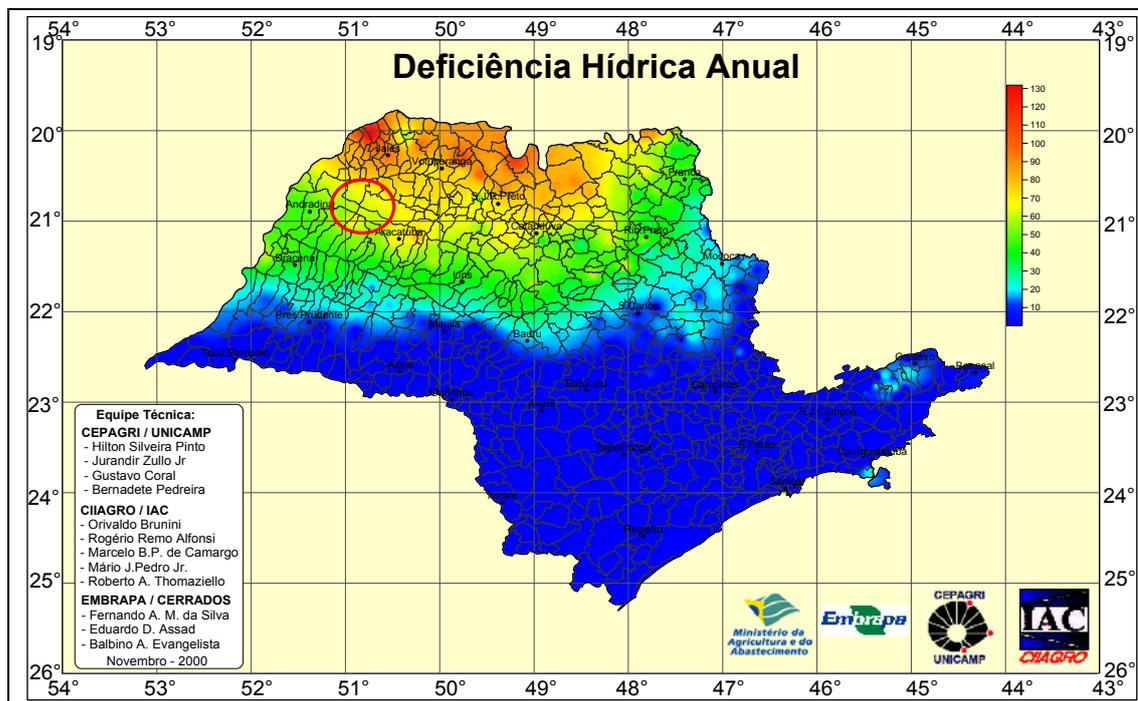


Figura 1 – Carta de deficiências hídricas anuais (mm) para o Estado de São Paulo.
 Fonte: PINTO et al, 2001.

O círculo vermelho representa a região de estudo.

No Estado de São Paulo, o mapeamento macroclimático para a delimitação das áreas consideradas climaticamente aptas à cafeicultura de arábica (Figura 2) são aquelas com altitudes entre 400 e 1200 metros, nos municípios situados ao sul do paralelo 22°S e em termos de temperatura média anual (Tma), os parâmetros são: região apta ao cultivo quando Tma entre 18°C e 22°C; marginal quando Tma entre 22°C e 23°C e inapta quando Tma acima de 23°C e abaixo de 18°C (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

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).

Se o cafeeiro arábica for cultivado em condições de temperaturas médias elevadas, acima de 23°C, apresentará frutos com desenvolvimento e maturação demasiadamente precoces. Esse fato acarretará vários inconvenientes, inclusive a perda da qualidade do produto, pois sua colheita e

secagem irão ocorrer precocemente em estação muito quente e úmida (CAMARGO, 1985).

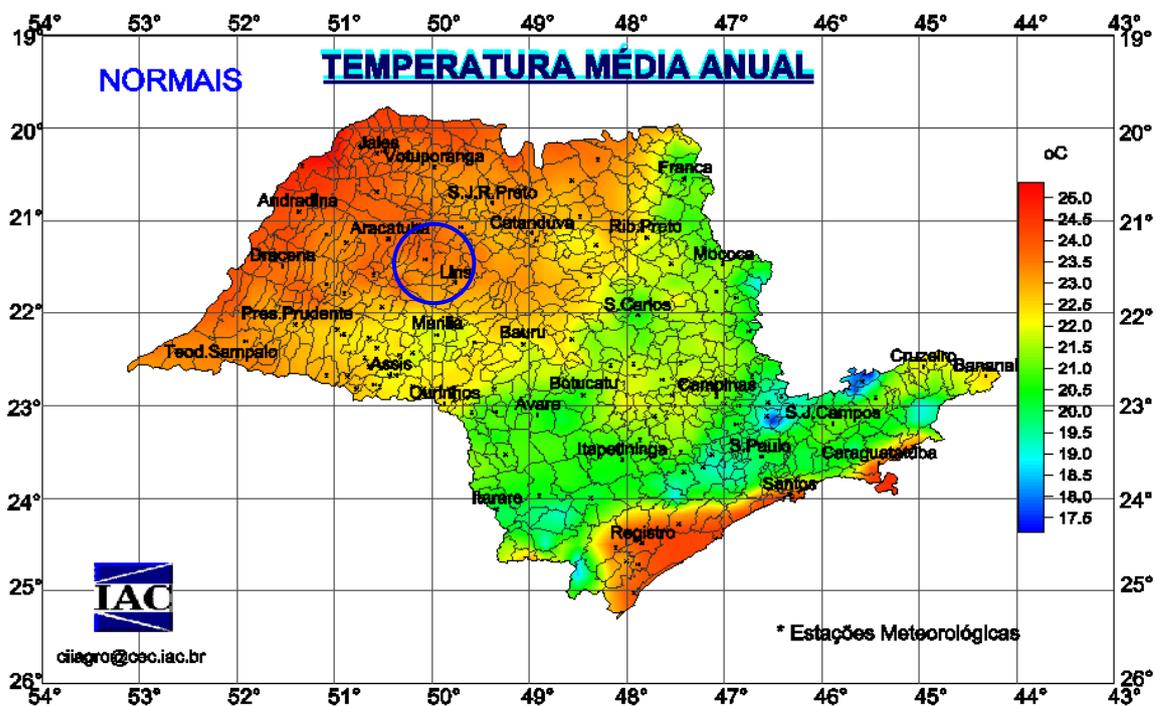


Figura 2 – Faixas de temperatura média anual (2007) para o Estado de São Paulo. Fonte: PINTO et al, 2001.

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 provocam atrasos demasiados no 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).

Conforme o Zoneamento Agrícola para a cultura do café no Estado de São Paulo (Figura 3), embora os cafeeiros possam vegetar em uma extensa área geográfica, em sua maior parte nas áreas intertropicais, a sua produção econômica se restringe a uma área bem menor, onde os fatores ecológicos são mais favoráveis. Para exploração econômica de *Coffea arabica*, são fundamentais os parâmetros climáticos que possibilitem condições favoráveis ao crescimento vegetativo, ao processo de frutificação e à fase preparativa da planta (PINTO et al, 2001).

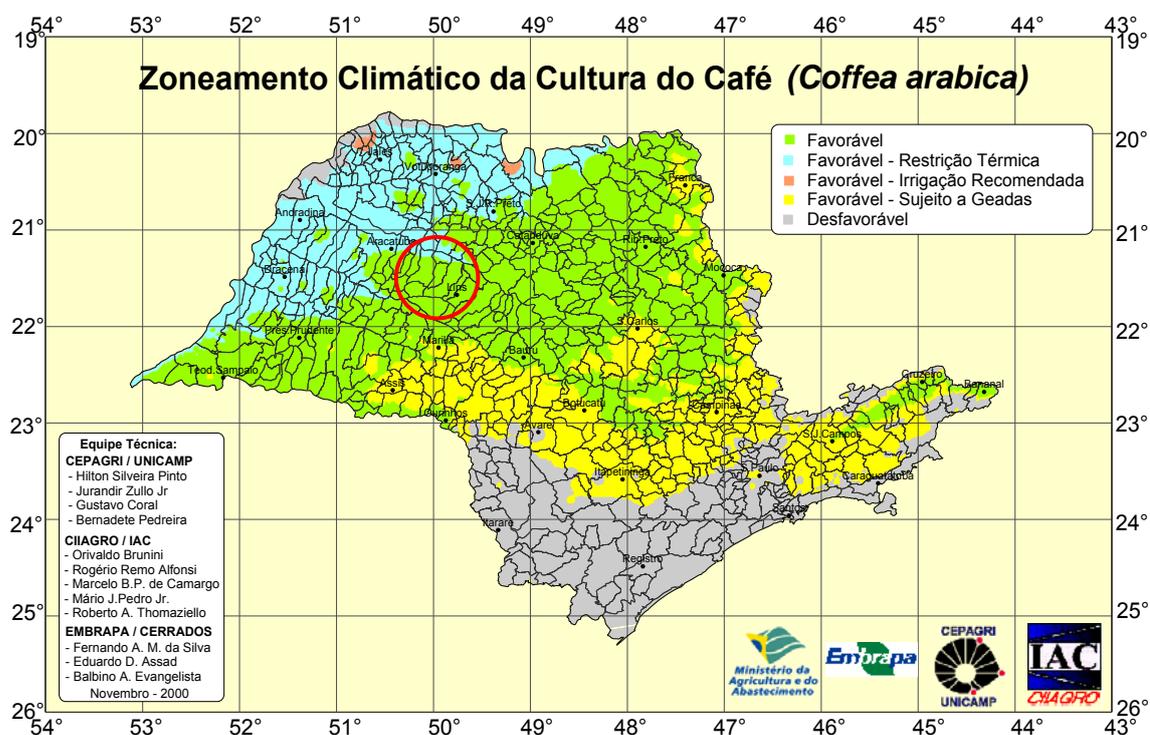


Figura 3 – Zoneamento climático da cultura do café no Estado de São Paulo.
 Fonte: PINTO et al, 2001.

A marginalidade e a inaptidão climática, admitida em função do fator térmico, decorrem principalmente das reduções provocadas na produtividade dos cafeeiros arábica pelas elevadas temperaturas na estação de florescimento, que restringem a frutificação, além de afetar o desenvolvimento das mudas por ocasião do plantio (PINTO et al, 2001).

A distribuição da precipitação pluviométrica deve ser tal que não haja período demasiadamente longo sem chuva e este deve coincidir com o final da maturação. Quando a maturação coincidir com um período de seca relativa no inverno, a deficiência hídrica não chega a prejudicar sensivelmente o cafeeiro, favorecendo a colheita e criando condições propícias à obtenção de um produto de melhor qualidade. Segundo dados comparativos do balanço hídrico climático para várias regiões cafeeicultoras do Brasil. Deficiências hídricas anuais maiores que 150 mm afetam bastante a longevidade econômica de *C. arabica*. Além do total anual da seca, é muito importante a época de sua ocorrência (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

O cafeeiro necessita encontrar umidade suficiente no solo, para vegetar e frutificar, durante o período vegetativo e frutificação. Na fase de colheita e abotoamento da planta, julho-setembro, a umidade do solo pode reduzir bastante e aproximar-se do ponto de murcha permanente, em alguns casos, sem maiores problemas à cafeeicultura (CAMARGO, 1985). Entretanto, o cafeeiro da espécie arábica tolera bem e pode ser beneficiado por deficiências hídricas de até 150 mm por ano, principalmente se estas coincidirem com o período de dormência da planta, não se estendendo até a fase de floração e início da frutificação (THOMAZIELLO et al., 2000).

O cafeeiro reage positivamente a um período de seca que, entretanto, não deve durar mais do que três meses. A quantidade de chuva ideal para o desenvolvimento da cultura fica na faixa de 1500 a 1900 mm anuais, bem distribuídos. Uma distribuição muito irregular de chuva causa floração desuniforme e maturação desigual dos frutos (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

O cafeeiro da espécie robusta, *Coffea canephora*, é mais resistente a temperaturas altas e a doenças e adapta-se bem em regiões com média anual de temperatura entre 22 a 26°C e precipitações acima de 800 mm anuais (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979; RICCI; NEVES, 2006).

No entanto, outros aspectos primordiais foram totalmente ignorados por aqueles que consideram apenas o aspecto “temperatura média”. Ao longo de dezenas de anos de pesquisa, o IAC e outras instituições de

pesquisa desenvolveram tecnologias que permitem atenuar o efeito de temperaturas adversas, viabilizando o cultivo comercial em regiões consideradas pelo zoneamento agro-climático como marginais e até mesmo inaptas para a cultura do café arábica. Isto já ocorre atualmente na prática, com a existência de inúmeros plantios comerciais irrigados em regiões consideradas marginais por apresentarem restrição térmica devido a temperaturas elevadas. Além disso, o adensamento, manejo das ervas espontâneas e arborização são práticas apontadas pelo IAC, como alternativas atenuantes do problema de aquecimento (FAZUOLLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007).

2.5.2 Solo e relevo

O solo, através de suas características físicas, químicas e biológicas, deve fornecer suporte adequado ao cafeeiro, influenciando diretamente sobre o volume e a profundidade das raízes e condicionando melhor desenvolvimento e produção na parte aérea da planta. A disponibilidade de água, ar e nutrientes são importantes no solo, sendo que a água e o ar dependem das condições físicas, e os nutrientes das condições químicas e biológicas do solo (MATIELLO, 1991).

2.5.2.1 Estrutura química do solo

O café, como outras culturas, também dependem das características químicas do solo. Inicialmente pode ser avaliada sua fertilidade através do material de origem e relevo, da vegetação presente, do uso anterior do solo e de seu nível de erosão e, pela análise química, principalmente o teor de pH e das presenças de carbono, matéria orgânica, macros e micros nutrientes (MATIELLO, 1991).

A análise química do solo nos dá a noção do seu nível de fertilidade, assim como do equilíbrio entre os elementos, portando as amostragens devem ser bem representativas para não haver falhas nas

tomadas de decisões no manejo nutricional a ser aplicado às culturas (RAIJ, 2003).

Solos de baixa fertilidade, chamados distróficos, podem ser transformados em eutróficos, com média a alta fertilidade, através da adição de matéria orgânicas, fertilizantes e corretivos. As causas mais comuns para o empobrecimento do solo é o uso contínuo sem reposição e as erosões e lavagens superficiais (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

A Tabela 1 apresenta os critérios de interpretação das condições químicas subsuperficiais relacionados com a saturação por bases (V), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m) e retenção de cátions (RC), que descrevem a condição de fertilidade e classificação dos solos.

Tabela 1 - Valores de saturação por bases (V), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m) e de retenção de cátions (RC), relacionados com os termos eutrófico, mesotrófico, distrófico, álico e ácrico.

Interpretação	V	SB	Al ³⁺	m	RC
	%	cmol _c /kg solo		%	cmol _c /kg argila
Eutrófico (e)	≥50	≥1,5	-	-	-
Mesotrófico (m)	30-50	≥1,2	< 0,3	< 50	> 1,5
Distrófico (d)	< 30	<1,2	-	< 50	> 1,5
Álico (a)	< 50	-	≥0,3	≥50	> 1,5
Ácrico* (ac)	*	-	-	*	≤1,5

Fonte: Camargo et al. (1986); EMBRAPA (1999).

* Não diagnosticado (V ou m maiores ou menores que 50%). Além da baixa retenção de cátions, deve ser atendida pelo menos uma dessas condições: pH KCL (1N) maior ou igual a 5,0 ou mesmo se o valor de delta pH em cloreto de potássio (pH em água) for positivo.

A Capacidade de Troca de Cátions (CTC) é a quantidade de cátions (Al, H, Ca, Mg e K) que o solo é capaz de reter. A Saturação por bases (V) é a proporção de CTC (à pH 7) que é ocupada por bases. Quanto maior o valor de V, mais fértil é o solo. A soma de bases (SB), é a soma dos teores de Ca, Mg e K, três importantes nutrientes para as plantas, portanto, quanto maior a soma de bases, maior a fertilidade do solo. Teor de alumínio trocável (Al³⁺), ou seja, quantidade de alumínio que poderá entrar em contato com as raízes das plantas. Alumínio na solução do solo é muito tóxico para as plantas. Quanto mais ácido é o solo, maior é o teor de alumínio passível de causar dano às plantas. A saturação por alumínio (m), é a quantidade de Al³⁺ retida pela

CTC do solo expressa em porcentagem. Quanto maior o valor, maior o efeito da toxidez. A retenção de cátions (RC) é a capacidade de o solo reter as bases trocáveis.

Os solos sob vegetação de cerrado são caracterizados pela sua alta acidez, baixa CTC, baixa saturação em bases e concentração elevada de alumínio trocável através do perfil. A aplicação do calcário com incorporação profunda resolve em parte estes problemas, reduzindo o alumínio trocável e aumentando o cálcio e magnésio, sendo, contudo, pouco efetivo em profundidade. O gesso apresenta no solo uma maior solubilidade e capacidade de lixiviar, reduzindo a saturação de alumínio em profundidade, aumentando os teores de cálcio e, conseqüentemente, propiciando um maior crescimento de raízes e exploração do solo pelo sistema radicular, além de ser fonte de cálcio e enxofre (MATIELLO, 1991).

2.5.2.2 Estrutura física do solo

A constituição física deve ser o requisito principal na escolha do solo para a cultura, pois não é possível alterá-la depois. Deve ser observados a constituição física externa, o relevo e presença de pedras na superfície, e a interna, como a textura, estrutura, profundidade e porosidade. Outro fator que influencia o cultivo de café é a presença de pedras e cascalhos no solo, quando em excesso, além de limitar o uso de máquinas, também reduz o volume de solo e o armazenamento de água (MATIELLO, 1991).

Solos com declividade até dois e meio por cento, descritos como classe A, representados por tabuleiros, podem apresentar-se como mal drenados, pesados e com acúmulo de ar frio, sendo contra-indicados para a cafeicultura. Solos com declividade entre dois e meio a doze por cento, são classificados como da classe B e aptos, pois não apresentam problemas de drenagem ou de acúmulo de ar frio. Em relevo fortemente ondulado, com declividade entre doze e cinquenta por cento, classe C, fica limitado à mecanização até a declividade de vinte por cento e, entre esse valor até trinta por cento é possível o cultivo com tração animal e acima de trinta por cento, só

se aplicam os tratos manuais e, em relevo montanhoso, acima de cinquenta por cento de declividade, dificulta muito o controle da erosão e a execução de todos os tratos culturais, sendo contra indicados (MATIELLO 1991).

O zoneamento agrícola de risco climático para o Estado de São Paulo contempla como aptos ao cultivo de café arábica, os solos Tipos 2 e 3, especificados na Instrução Normativa nº. 10, de 14 de junho de 2005, publicada no DOU, de 16 de junho de 2005, Seção 1, página 12, alterada para Instrução Normativa nº. 12, através de retificação publicada no DOU, de 17 de junho de 2005, Seção 1, página 6, que apresentam as seguintes características:

Tipo 2: solos com teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% de areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm; e

Tipo 3: a) solos com teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; e b) solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

A textura de um solo é determinada pela quantidade e pelo tamanho das partículas, não podendo ser alterada pelo homem. Quanto maior o numero de partículas finas, maior será a capacidade do solo de retenção de nutrientes e água e quanto maior o teor de partículas maiores, terá menor capacidade de armazenamento, não sendo, portanto, indicados para o cafeeiro os solos com menos do que 15 a 20% de argila e solos com mais de 15% da fração grosseira e, aqueles com mais de 50% de argila (RENA et al, 1986; MATIELLO, 1991).

Na determinação da quantidade de argila e de areia existentes nos solos, visando o seu enquadramento nos diferentes tipos previstos no zoneamento de risco climático para as culturas, recomenda-se que:

- a amostragem de solos seja feita na camada de 0 a 50 cm de profundidade;
- as amostras sejam devidamente identificadas e encaminhadas a um laboratório de solos que garanta um padrão de qualidade nas análises realizadas;

- nos casos de solos com grandes diferenças de textura (por exemplo, arenoso/argiloso, argiloso/muito argiloso), dentro da camada de 0 a 50 cm, esta seja subdividida em tantas camadas quantas forem necessárias para determinar a quantidade de areia e argila em cada uma delas;
- o enquadramento de solos com diferenças grandes de textura na camada de 0 a 50 cm, leve em conta a quantidade de argila e de areia existentes na subcamada de maior espessura (BRASIL, 2007).

O plantio de café também requer características físicas internas do solo, que são a profundidade, que deve dar condições de plantio em aproximadamente 1,20 metro, a textura, que pode ser arenosa, argilosa ou barrenta, e a estrutura, responsável pela absorção de água e de nutrientes pelo solo (RENA et al, 1986; MATIELLO, 1991).

Um solo ideal para a cultura do café deveria ter, em volume, ao redor de 50% de porosidade, 45% de substâncias minerais e 5% de matéria orgânica, sendo o espaço poroso composto de 1/3 do espaço em forma de macro e 2/3 com microporos. Solos compactados possuem menos de 35% do espaço poroso total e quase todo ele composto de microporos (RENA et al, 1986).

A estrutura do solo mais favorável ao bom desenvolvimento do sistema radicular é a granular ou em grumos, de tamanho médio e moderadamente desenvolvido. Como a maior parte do sistema radicular ativo do cafeeiro está nos primeiros 30 centímetros, é nesta camada que deve ser mantida a estrutura mais favorável. A médio e longo prazo é relativamente fácil interferir na camada superficial do solo e praticamente impossível alterar as condições de estrutura em maior profundidade (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

As áreas/solos não indicados para o plantio são as áreas de preservação obrigatória, de acordo com o Código Florestal (Lei 4.771/65); solos que apresentem teor de argila inferior a 10% nos primeiros 50 cm da camada de solo; solos que apresentem profundidade inferior a 50 cm; solos que se encontra em áreas com declividade superior a 45%; e solos muito pedregosos,

isto é, solos nos quais calhaus e matacões (diâmetro superior a 2mm) ocupam mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno (BRASIL, 2007).

Um solo é estruturado quando as partículas de areia, silte e argila se ligam formando blocos maiores, os grumos ou agregados. Estes deixam entre si espaços maiores, os macroporos, que são de imensa importância para a circulação do ar e da água (PRIMAVESI, 1981).

A utilização de aparelhos como o penetrômetro ou penetrógrafo para a determinação da compactação dos solos não permite a rigor o estabelecimento de padrões de resistência do solo à penetração, devido à variação no teor de umidade e textura. Por outro lado, a associação desse método com teores de umidade do solo tem sido problemática e eliminam vantagens, como a simplicidade e a rapidez. Porém, o penetrômetro pode ser utilizado como um parâmetro auxiliar na definição do manejo do solo e a evolução da resistência à penetração ao longo do tempo (STOLF; FAGANELLO, 1983).

O princípio do penetrômetro é baseado na resistência do solo à penetração de uma haste, após recebimento de um impacto provocado pelo deslocamento vertical de um bloco de ferro colocado na parte superior da haste, por uma distância conhecida, normalmente 40 centímetros. Quando o aparelho atinge zonas compactadas, maior é o número de impactos para que a haste desça um determinado comprimento. Isto acontece em resposta imediata à maior resistência do solo à penetração (STOLF, 1987).

Para desenvolver ou manter uma porosidade adequada no solo, é necessário utilizar práticas que evitem o excesso de calor, a secagem exagerada, excesso de trabalho no solo e procurar incorporar a matéria orgânica produzida através de práticas vegetativas ou esterco de animais (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

2.5.2.3 Estrutura biológica do solo

A qualidade do solo pode ser analisada, também, através de bioindicadores, enquadrando nesse critério os microorganismos que indicam o

estado deste ecossistema sendo a atividade biológica altamente concentrada nas primeiras camadas do solo, em profundidades de um a trinta centímetros (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

O solo possui um mecanismo complexo, animado, praticamente vivo que se modifica constantemente buscando sempre o equilíbrio, mas cujo manejo não é tão difícil, conhecendo-se os seus princípios básicos (PRIMAVESI, 1981).

A atividade enzimática no solo tem um papel importante por participar da catalise de inúmeras reações necessárias para o ciclo da vida de microorganismos no solo, para a decomposição de resíduos orgânicos no ciclo de nutrientes e na formação da matéria orgânica e estrutura do solo. As enzimas apresentam grande potencial como indicadores da qualidade do solo, por estas serem sensíveis às variações induzidas pelos fatores ambientais e de manejo e, os procedimentos de sua análise são relativamente simples e rápidos (FRIGHETTO; VALARINI, 2000).

Os estudos sobre bioindicadores mostram que os microrganismos por suas características, tais como, a abundância e atividade bioquímica e metabólica, além de proporcionar respostas mais rápidas às mudanças no ambiente, apresentam um alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo. Em alguns casos, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças nas propriedades químicas e físicas, refletindo um claro sinal na melhoria ou na degradação do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

As enzimas do solo são os catalisadores biológicos de inúmeras reações que nele ocorrem. Apesar de algumas enzimas (ex. desidrogenase) serem encontradas somente em células viáveis, a maioria das enzimas pode também existir como exoenzimas secretadas pelos microrganismos ou como enzimas originárias de restos microbianos e resíduos de plantas. Estas estão estabilizadas em complexos de argilas minerais e colóides húmicos. Uma vez que é difícil extrair enzimas do solo, elas são estudadas indiretamente por meio da análise da medida de sua atividade. As análises são feitas *in vitro* sob condições controladas, o que dificulta o entendimento do que ocorre *in situ*.

Apesar disto, o conhecimento do espectro da atividade enzimática de um solo é importante como indicativo do seu potencial para condução de processos bioquímicos básicos e essenciais para a manutenção da fertilidade do solo (SILVA; FAY; VIEIRA, 2003).

A desidrogenase é uma enzima capaz de fornecer o grau de atividade microbiana do solo e conseqüentemente o de degradação. É considerada essencial nos estágios iniciais da oxidação da matéria orgânica do solo, pela transferência de hidrogênio e elétrons dos substratos para os aceptores. Muitas outras enzimas intracelulares ou sistemas enzimáticos contribuem para a atividade total da desidrogenase no solo. Esta atividade enzimática apresenta como característica um alto grau de especificidade do substrato, é invariavelmente ligada à viabilidade de células intactas não acumulando extracelularmente no solo. Portanto, pode ser considerada como indicativa da atividade microbiana total do solo (SILVA; FAY; VIEIRA, 2003).

A ação dos microrganismos como agentes cimentantes das partículas se dão pelos seus micélios, como é o caso de fungos e actinomicetos, ou por substâncias viscosas, como acontece com as bactérias. Dentre os compostos produzidos, destacam-se os polissacarídeos, cujas mucilagens estão associadas às raízes ou às mucilagens produzidas por outros microrganismos. Seu estudo é justificado pelo acúmulo de evidências de que participam do desenvolvimento de agregados estáveis e, além desses efeitos, nas propriedades físicas do solo, com influências mais ou menos indiretas na suplementação nutricional das plantas. Influenciam as propriedades físicas e indiretamente a suplementação nutricional das plantas, aumentando a faixa de disponibilidade de micronutrientes e prevenindo a precipitação de fosfatos pelo ferro e alumínio, além de diminuir a fixação desses fosfatos e boratos. Além disso, os polissacarídeos influenciam na biodegradação de pesticidas orgânicos e produtos de petróleo presentes no solo (FRIGHETTO; VALARINI, 2000).

As mudanças em longo prazo no conteúdo de matéria orgânica do solo podem ser medidas pelo carbono da biomassa microbiana, que

fornecem indicações sobre as mudanças, antes que possam ser detectadas por técnicas convencionais. Esta biomassa não é estática e sua dinâmica temporal é considerada extremamente importante na determinação da extensão e liberação de nutrientes para outros componentes do ecossistema. Por este motivo recomenda-se que a biomassa microbiana seja estudada conjuntamente com outros processos indicadores de sua atividade metabólica, como os estudos sobre interação trófica, funcionamento dos ecossistemas, atividade do solo e produtividade primária e avaliações sobre estresses e alterações ecológicas (VILLATORO, 2004).

2.5.3 Fenologia da planta

A fenologia pode ser definida como o estudo dos eventos periódicos da vida da planta em função da sua reação às condições do ambiente. Na cultura do cafeeiro arábica, nas condições de cultivo da maioria das regiões do Brasil, podem ser distinguidas as fases preparativa e construtiva durante seu ciclo fenológico. No período seco, associado às baixas temperaturas, ocorre a fase preparativa, que não se manifesta claramente por caracteres externos. Durante o período quente e chuvoso predomina a fase construtiva, onde se manifestam as atividades de crescimento dos ramos, folhas, gemas, flores e frutos. Durante a fase construtiva existe uma competição entre o crescimento vegetativo e o processo de frutificação, evidenciada pelos anos alternados de grandes e pequenas produções (CAMARGO; FAHL, 2001).

Visando detalhar o período reprodutivo do cafeeiro, apresentou-se uma escala de avaliação de estádios fenológicos, desde a fase de gema dormente até o estágio de grão seco (PEZZOPANE et al.2003).

A ordenação das fases fenológicas possibilita determinar as relações e o grau de influência dos fatores envolvidos. Nesse sentido, (CAMARGO; CAMARGO, 2001) descreveram a sucessão das fases vegetativas e reprodutivas dos cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L., nas condições climáticas tropicais do Brasil, que ocorrem em aproximadamente

dois anos, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (Figura 4). O ciclo fenológico, para as condições climáticas tropicais do Brasil, foi subdividido em seis fases distintas: (1) vegetação e formação das gemas foliares; (2) indução e maturação das gemas florais; (3) florada; (4) granação dos frutos; (5) maturação dos frutos e (6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

No primeiro ano fenológico são formados os ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, que depois são induzidas a se transformarem em gemas reprodutivas, sendo esse processo determinado por condições ambientais como redução do fotoperíodo. Posteriormente essas gemas florais amadurecem, entram em dormência e se tornam aptas para a antese que ocorre causada principalmente por chuva ou irrigação abundante.

O segundo ano fenológico inicia-se com a florada, seguida pela formação dos chumbinhos e expansão dos grãos, até seu tamanho normal. Havendo estiagem forte nessa fase, o estresse hídrico prejudicará o crescimento dos frutos, resultando em peneira baixa. Após essa fase, segue-se a granação dos frutos, em pleno verão, de janeiro a março. Estiagens severas na fase de granação poderão resultar no aparecimento de frutos chochos. A produção é finalizada com a maturação dos frutos, que ocorre a partir de abril, para as condições de cultivo do planalto paulista, onde deficiências hídricas moderadas poderão beneficiar a qualidade da bebida.

Após o período de repouso das gemas dormentes nos nós dos ramos plagiotrópicos ocorre aumento substancial do potencial hídrico nas gemas florais maduras, devido, principalmente, à ocorrência de um “choque” hídrico provocado por chuva ou irrigação. Nesse estágio, as gemas intumescem e os botões florais crescem devido a grande mobilização de água e nutrientes, que se estendem até a abertura das flores, e posterior queda das pétalas (MEIRELES et al., 2003).

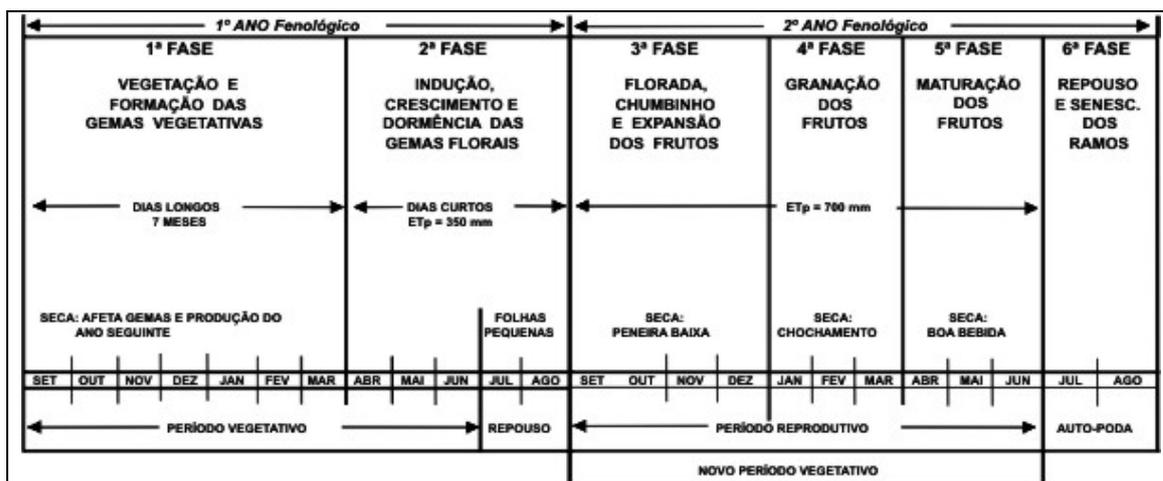


Figura 4 - Esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica.
Fonte: Camargo; Camargo, 2001.

Após a fecundação, principia a formação dos frutos, fase denominada “chumbinho”, quando os frutos não apresentam crescimento visível. Posteriormente, os frutos se expandem rapidamente. Atingindo seu crescimento máximo, ocorre a formação do endosperma, que segue a fase de grão verde, com a granação dos frutos. A partir da fase “verde cana” que caracteriza o início da maturação, os frutos começam a mudar de cor (verde para amarelo), evoluindo até o estágio “cereja”, e já se pode diferenciar a cultivar de fruto amarelo ou vermelho. A seguir, os frutos começam a secar até atingir o estágio “seco” (MEIRELES et al., 2003).

2.6 Cultivares

Foram indicadas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de café no Estado de São Paulo os cultivares de café, registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as indicações das regiões de adaptação em conformidade com as recomendações dos respectivos obtentores/detentores (mantenedores). Devem ser utilizadas no plantio mudas produzidas em conformidade com a legislação brasileira sobre sementes e mudas (Lei nº. 10.711, de 5 de agosto de 2003, e Decreto nº. 5.153, de 23 de agosto de 2004) (BRASIL, 2007).

Período de plantio: 1º de outubro a 31 de janeiro, nos solos tipos 2 e 3. A relação de municípios do Estado de São Paulo aptos ao cultivo de café arábica, suprimidos todos os outros onde a cultura não é indicada, foi calculada em dados disponíveis por ocasião da sua elaboração. Se algum município mudou de nome ou foi criado um novo, em razão de emancipação de um daqueles da listagem abaixo, todas as indicações são idênticas às do município de origem, até que nova relação o inclua formalmente.

O cultivar deve ser escolhido em função de diversos aspectos, destacando-se: produtividade, qualidade de bebida, época de maturação, espaçamento, microclima, ocorrência de pragas e doenças, dentre outras. Em regiões com alta incidência do fungo causador da ferrugem (*Hemileia vastratrix*), a escolha deve favorecer o plantio de espécies ou cultivares resistentes (MATIELLO, 1991).

O cafeeiro é pertencente à família das Rubiáceas, do gênero *Coffea* e dentre as espécies mais cultivadas destacam-se o *Coffea arabica*, conhecida como café arábica, e *Coffea canephora*, conhecida como café Conilon ou robusta. O café da espécie arábica normalmente apresenta uma melhor qualidade de bebida e é responsável por 70% da produção mundial (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A seguir serão listados alguns cultivares de café da espécie arábica, que foram desenvolvidos ou melhorados pelo Instituto Agrônomo de Campinas:

- *Coffea arabica* L. v. 'Bourbon' – considerada como uma das variedades desbravadora, com internódios mais curtos que outras variedades tradicionais, deu origem a alguns cultivares;

- *Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo – selecionado na região de Jaú, provavelmente derivado de híbridos naturais entre o Bourbon Vermelho e o Amarelo de Botucatu, com maturação precoce, sendo portanto mais recomendado para regiões mais altas e é mais suscetível à ferrugem que o Mundo Novo e Catuai.

- *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo – provavelmente originado do cruzamento natural entre as variedades Sumatra e Bourbon Vermelho, foi

melhorado pelo Instituto Agronômico de Campinas. Desenvolve bom sistema radicular, de porte alto, com alta produção, bom vigor vegetativo e boa precocidade e uniformidade de maturação.

- *Coffea arabica* L. cv. Acaiá. – obtido a partir da cultivar Mundo Novo, que tinham como características boa produtividade e sementes grandes.

- *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo – obtido pelo Instituto Agronômico, através de hibridação entre cafeeiros da variedade Caturra Amarelo, selecionados pelo vigor e produtividade. Apresenta um sistema radicular bem desenvolvido, internódios mais curtos, caracterizando porte baixo das plantas e ramificações secundárias mais abundantes. Possui a mesma capacidade produtiva do Mundo Novo e, em regiões de altitudes e clima ameno sua maturação é mais tardia e desuniforme.

- *Coffea arabica* L. cv. Rubi – foi obtida através do retro cruzamento de Catuai Vermelho e Catuai Amarelo para o Mundo Novo. De porte baixo, frutos vermelhos, alta produtividade e vigor vegetativo, com maior precocidade e uniformidade de maturação do que o Catuai.

- *Coffea arabica* L. cv. Topázio – foi obtida através do retrocruzamento do Catuaí Amarelo para o Mundo Novo, com frutos de cor amarela, ramificações secundárias abundantes, alta produtividade e vigor vegetativo e grande uniformidade de maturação dos grãos.

- *Coffea arabica* L. cv. Catimor - originou-se do cruzamento entre plantas da variedade Caturra e do Híbrido de Timor (provável cruzamento entre as espécies *Coffea arábica* e *Coffea canephora*). Possui características de resistência à ferrugem, precocidade na produção e maturação dos grãos, porém apresenta baixo vigor vegetativo e pequena longevidade.

No caso do café da espécie arábica, as cultivares tradicionais, tais como Mundo Novo, Catuaí, e Bourbon, susceptíveis à ferrugem, só podem ser utilizadas em áreas de menor ocorrência da doença, bem como quando o produtor dispõe de métodos alternativos e técnicas orgânicas eficientes para o seu controle. De outro modo, a escolha deve recair sobre cultivares de café da espécie arábica, geralmente híbridas mais resistentes e já disponíveis (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002), tais como:

- Icatu amarelo - obtida do cruzamento do café da espécie robusta com o café da espécie arábica, cultivar Bourbon, seguida do cruzamento com a cultivar Mundo Novo. Apresenta porte alto e frutos de cor amarela, maturação precoce a tardia, moderada resistência à ferrugem; alta produtividade e qualidade de bebida de boa a excelente;

- Icatu vermelho - obtida do cruzamento do café da espécie robusta com o café da espécie arábica, cultivar Bourbon. Apresenta porte alto e frutos de cor vermelha, maturação precoce a tardia, moderada resistência à ferrugem; alta produtividade e qualidade de bebida de boa a excelente;

- Catucaí - resultante de cruzamento entre as cultivares Icatu e Catuaí Vermelho ou Amarelo. Apresenta porte que variam de baixo a alto, frutos vermelhos ou amarelos, maturação variável, moderada a alta resistência à ferrugem, produtividade alta e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios adensados;

- Oeiras - derivada do cruzamento da cultivar Caturra Vermelho com o Híbrido de Timor. Apresenta porte baixo, frutos vermelhos, maturação variável, moderada a alta resistência à ferrugem, produtividade média e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios adensados;

- Obatã (IAC 1669-20) - derivada do cruzamento da cultivar Vila Sarchi com o Híbrido de Timor (CIFC 832/2), com posterior cruzamento natural com cultivar Catuaí Vermelho. Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação tardia, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios adensados ou em renques;

- Tupi (IAC 1669-33) - originada do cruzamento entre cultivar Vila Sarchi e o Híbrido de Timor (CIFC 832/2). Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação precoce, alta resistência à ferrugem, boa produtividade e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios adensados, super-adensados ou em renques;

- Paraíso MG H 419-1 - originada do cruzamento entre o Catuaí Amarelo (IAC 30) e o Híbrido de Timor. Apresenta porte baixo, fruto amarelo, maturação média, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios normais e adensada;

- Catiguá MG1 e MG2 - originada do cruzamento entre a cultivar Catuaí Amarelo (IAC 86/UFV 2154-344 EL 7) e o Híbrido de Timor (UFV 440-10). Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação média, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida. É indicada para plantios normais e adensada;

- Sacramento MG1 - originada do cruzamento entre a cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81/UFV 2154-79 EL 7) e o Híbrido de Timor (UFV 438-52). Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação média, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida, indicada para plantios normais e adensada;

- Araponga MG1 - originada do cruzamento entre o Catuaí Vermelho (IAC 86/UFV 2154-345 EL 7) e o Híbrido de Timor (UFV 446-08). Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação média, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida, indicada para plantios normais e adensados;

- Pau-Brasil MG2- originada do cruzamento entre o Catuaí Vermelho (IAC 141/UFV 2194-141 EL 7) e o Híbrido de Timor (UFV 442-34). Apresenta porte baixo, fruto vermelho, maturação média, alta resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de bebida, indicada para plantios normais e adensados. Todas estas variedades são descritas por Ricci e Neves (2006).

A espécie *Coffea canephora*, originou as cultivares robusta e conilon, vinda do Congo apresenta plantas de grande porte, atingindo até 4 a 5 metros de altura, com elevado número de hastes por plantas (multicaule), com folhas de coloração mais clara do que a espécie *C. arabica*, sendo o conilon apresenta as folhas e os internódios menores do que no robusta (MATIELLO, 1991).

O café da espécie robusta hoje é mundialmente conhecido devido à sua ampla distribuição nos continentes africano e asiático, pois é capaz de se adaptar às mais variadas condições climáticas. Apresenta desenvolvimento inicial mais lento que o café da espécie arábica, porém pode atingir até 10 metros de altura nas regiões quentes e úmidas. É uma planta oriunda de

regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas, estando adaptado a condições de temperatura bem mais elevadas, com médias anuais entre 22°C e 26°C. Praticamente não sofre problemas de frutificação em função de temperaturas mais altas. As lavouras são bastante produtivas, apresentando grande variedade quanto ao tamanho, formato e maturação dos frutos (GOUVEIA, 2007).

O café da espécie robusta (*Coffea canephora*, Pierre) apresenta tolerância aos nematóides, à ferrugem, ao bicho-mineiro e possui linhagens de alta produtividade, o que, associado à sua adaptação a baixas altitudes e temperaturas elevadas, leva a considerar sua recomendação a regiões julgadas marginais para o café da espécie arábica. No Oeste paulista, essas condições são normalmente encontradas em solos empobrecidos pela conseqüência da falta de aplicação de práticas adequadas de conservação do solo (PAULO, 2001).

A enxertia de cultivares comercial de *C. arabica* sobre *C. canephora* tem apresentado resultados promissores, oferecendo aos cafeicultores uma alternativa para o cultivo do café em áreas infestadas por nematóides. De modo geral, a enxertia de cultivares de *Coffea arabica* sobre *C. canephora* e *C. congensis* ocasiona maior crescimento das plantas. O sistema radicular, além de explorar maior volume de solo, parece alterar quantitativamente a absorção de alguns nutrientes extremamente importantes para o cafeeiro (FAHL et al, 1998).

Experimentos têm sido conduzidos em campo, pelo IAC, para avaliar o comportamento agrônomo de cultivares de cafeeiro da espécie arábica em sistema orgânico de produção, a fim de identificar cultivares promissoras para esse tipo de cultivo. Também são contemplados aspectos relacionados ao uso racional dos recursos naturais, viabilidade técnica-econômica e qualidade do café (GIOMO; PEREIRA; BLISKA, 2007).

2.7 Desenvolvimento da cultura e aspectos fitossanitários

Os indicadores de desenvolvimento da cultura referem-se à aparência das plantas, além de outros de fácil observação como a tolerância ao

stress hídrico, sintomas de ataque de pragas e doenças, sintomas de deficiências nutricionais e desenvolvimento das raízes (ALTIERI, 2002).

Deve-se buscar o equilíbrio do ambiente pela preservação e recuperação de áreas de proteção ambiental e das reservas naturais. Uma vez preservada a natureza, a diversidade biológica é potencializada e, desta forma, fortalecemos a ação dos inimigos naturais das pragas e doenças. Associada a um correto manejo da fertilidade do solo e, conseqüentemente da nutrição das plantas, essas práticas permitem que ocorra um equilíbrio nutricional e favoreça a defesa sanitária natural dos vegetais (RICCI; NEVES, 2006).

Quando essas medidas não são suficientes ou são mal utilizadas, não impedem a ocorrência de problemas fitossanitários, principalmente em função dos desequilíbrios ecológicos e nutricionais, estresses hídricos ou térmicos e utilização de cultivares suscetíveis, determinam o aparecimento de agentes fitopatogênicos. Nesses casos é necessária a utilização de defensivos alternativos, a partir de substâncias não prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente e, eficientes no combate de pragas e doenças. Estão incluídos nessa categoria, as caldas naturais, biofertilizantes líquidos, extratos de plantas e os agentes de biocontrole (PENTEADO, 1999).

Algumas doenças e pragas da cultura merecem muita atenção e cuidado por parte do produtor. Uma das principais doenças é a Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), que ocorre principalmente nas lavouras implantadas sob condições de temperaturas relativamente elevadas (22 a 26°C) e molhamento foliar contínuo superior a 12 horas. Com manchas amareladas na face superior das folhas, causa o desfolhamento mais ou menos intenso, dependendo das condições ambientais. O controle pode ser feito pelo plantio de cultivares resistentes e, preventivamente com o uso de biofertilizantes e calda viçosa, iniciado quando a incidência da ferrugem é de no máximo 5% de folhas com pústulas esporuladas, além de práticas culturais para melhorar o arejamento do cafezal também contribuem para manter o controle sobre a incidência da ferrugem (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

Outra doença de importância é a Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), também conhecida como mancha circular, mancha parda ou olho

de pombo, presente de forma endêmica em quase todas as regiões do país. As principais causas da incidência da enfermidade são: deficiência nutricional principalmente na formação de mudas em substratos pobres, excesso de insolação, queda de temperatura e estresse hídrico. Formam lesões pequenas e circulares, com 0,5 a 1,5 cm de diâmetro, de coloração pardo claro ou marrom escura, com centro branco-acinzentado, envolvidas por anel arroxeadado ou amarelado, lembrando um olho (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

As folhas atacadas caem rapidamente, ocorrendo desfolha e seca de ramos. Os frutos podem ser infestados, ocasionando depreciação da qualidade da bebida. O fungo pode ser eficientemente controlado em plantios sombreados e, também, utilizando-se caldas bordalesa ou de viçosa (1,0 a 1,5%) em pulverizações foliares a intervalos de 15 dias. Entre as práticas culturais recomendadas estão: o bom preparo do solo, que deve estar livre de compactação e adensamentos de modo a proporcionar um bom arejamento das raízes, adubações equilibradas, controle do sombreamento já que a incidência da doença aumenta com o plantio a pleno sol (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A Seca dos ramos e ponteiros (*Phoma* spp., *Phomopsis* sp., *Colletotrichum* spp.) é ocasionada por um complexo de fatores, destacando-se principalmente as condições climáticas desfavoráveis e má nutrição das plantas. Ocorre em cafeeiros de qualquer idade e caracteriza-se pela desfolha e morte descendente dos ramos. O controle deve ser preventivo, através de pulverizações foliares quinzenais com as caldas bordalesa ou viçosa (1,0 a 1,5%) e adubação foliar com biofertilizantes tipo Supermagro ou Agrobio (4%). Quebra-ventos e adubações equilibradas são práticas que favorecem o controle da doença (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

Dentre as pragas do cafeeiro o Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) é o que merece maiores cuidados. Na fase larval, a lagarta se alimenta das folhas do cafeeiro, cavando galerias ou minas, onde se aloja e se desenvolve. O ataque da praga reduz a área foliar e, por vezes, provoca intenso desfolhamento. O controle é feito com pulverizações foliares com calda sulfocálcica (2,5%), nos períodos mais secos do ano, armadilhas com

feromônio e controle com extratos vegetais, principalmente o nim (solução aquosa a 20 a 40%). Como práticas culturais recomendadas estão a utilização de quebra-ventos e a arborização. As lagartas podem ser controladas por parasitóides (*Colastes letifer*, *Mirax* sp., *Closterocerus coffeella*, *Horismenus* sp.), que podem causar cerca de 18% de mortalidade das larvas do minador, e por predadores, principalmente as vespas, tais como *Proctonectarina sylveirae*, *Brachygastra lecheguana* e *Polybia scutellaris*, que podem causar até 70% de mortalidade do minador nas fases de ovo, larva e pupa. Para a manutenção de uma população de vespas adequada na lavoura de café, recomenda-se a preservação de matas remanescentes e/ou o plantio de áreas de refúgio (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

Orienta-se o início do controle do bicho-mineiro, quando em amostragens de folhas realizadas quinzenalmente, for encontrado 30% ou mais de folhas minadas nos terços médio e superior. Em lavouras de até três anos de idade o controle químico, quando em sistema convencional de produção, deve ser realizado sem a necessidade de determinação da porcentagem de infestação, ou seja, assim que as primeiras minas ou lesões forem constatadas nos cafeeiros (NUNES et al, 2005).

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, 2001). De todas as espécies de insetos, somente um por cento 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).

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).

2.8 Espaçamento e sombreamento

O cafeeiro é originário das florestas da Etiópia, portanto está adaptado à sombra, porém, necessita de luz para sua floração e frutificação. Ao sol a maturação processa-se em ritmo mais rápido que à sombra e encontra elevada potencialidade de produção sob condições de temperaturas e luminosidades altas, demandando maiores quantidades de nutrientes do solo. Na sombra, a planta diminui o estímulo para uma alta produção, moderando os desequilíbrios e danos por seca de ponteiros, principalmente em cafezais com adubações inadequadas (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

A seca de ponteiros não deve ser relacionada a uma simples causa, mas como resultado de um complexo de tensões da própria planta e do ambiente. A maioria das evidências é para o esgotamento de carboidratos nas plantas, em decorrência da superprodução. Contudo, há alguns fatores do ambiente, como tensões hídricas prolongadas, deficiências severas de certos minerais, alta luminosidade e temperaturas elevadas que podem agravar esse distúrbio (RENA; MAESTRI, 1986).

Conforme pesquisas realizadas no IAC e Consorcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, num experimento sobre o sombreamento na fisiologia do cafeeiro, o cultivo do cafeeiro a pleno sol freqüentemente conduz à alta produção que, usualmente, causa o rápido

esgotamento da planta. Esse problema tem sido parcialmente contornado com o aumento da densidade de plantio, principalmente na disposição em renque, e adequando a nutrição mineral e tratamentos fitossanitário (CARELLI; FAHL, 2001).

A arborização tem a função climática de moderar os extremos de temperaturas diurnas e noturnas, diminuindo os riscos de escaldaduras nos horários mais quentes e das friagens em períodos muito frios, bem como reduz os danos provocados pelos ventos (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

A intensidade do sombreamento é conseguida pelo espaçamento mais ou menos adensado da lavoura ou pela utilização de árvores em espaçamentos que permitam uma porcentagem de sombra ao redor de 30 a 40% (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A escolha do espaçamento a ser utilizado nos cafezais é um dos fatores mais importantes na implantação da lavoura, assim como a disposição das plantas no terreno, visando a obtenção de um índice de área foliar (IAF) ótimo, que represente um máximo de área fotossintética para permitir uma boa produtividade (MIGUEL; MATIELLO; ALMEIDA, 1986).

Além da produtividade, outros fatores devem ser considerados para a escolha do espaçamento a ser adotado, como a questão da mecanização, escolha da cultivar a ser plantada, alternativas do sistema de produção, manejo da cobertura vegetal, disponibilidade da mão de obra entre outros (MIGUEL; MATIELLO; ALMEIDA, 1986).

Estudos mais recentes mostram que cafezais mais adensados são favorecidos pela melhoria da capacidade produtiva do solo, entretanto, o adensamento estimula a monocultura, prática condenada pela agroecologia, pela potencialização de fitoparasitas e pela inviabilização da utilização de adubos verdes, sendo ainda necessárias pesquisas para definir espaçamentos e densidades mais adequados para esse sistema (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 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; FERNANDES; CASTRO, 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 arborização destaca-se ainda pela cobertura do solo, proporcionando a adição de matéria orgânica, protege do impacto das chuvas, favorece a estrutura física e biológica, 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; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A prática da arborização pode ser útil para regiões mais quentes e com utilização de variedades de café robusta, que respondem bem ao sombreamento, ou para regiões muito frias, reduzindo as geadas de radiação (MATIELLO, 1991).

Entretanto, há evidências de que alguns cultivares recentemente obtidos no Instituto Agrônomo apresentam melhor adaptação a temperaturas e irradiâncias mais elevadas, uma vez que a seleção genética foi efetuada a pleno sol em diferentes regiões de cultivo. Com a intensificação do sistema de cultivo adensado e a retomada da possibilidade de sombreamento do café no Brasil, tornou-se imprescindível conhecer o comportamento dos diversos materiais genéticos, em resposta às variadas condições edafo-climáticas, na fisiologia e na produtividade do cafeeiro, visando adequar o manejo e melhorar a produtividade nesses novos modelos tecnológicos (IAC, 2007).

Foram estudados os efeitos de diversos níveis de luz e disponibilidade de água no solo na fisiologia, crescimento e produtividade em *C. arabica* cv. Obatã, recentemente lançado pelo IAC. Os resultados

mostraram que nessa cultivar as trocas gasosas fotossintéticas, determinadas nas folhas externas da copa da planta, apresentaram resposta diferente aos níveis de crescimento de luz, em relação aos demais cultivares anteriormente estudados. A fotossíntese líquida, a condutância estomática e a transpiração decresceram com o aumento do nível de luz. Deve ser considerado que a pleno sol apenas as folhas externas do dossel da planta estão expostas à radiação total e elevadas temperaturas, enquanto que a maior parte das folhas na parte interna da copa está sombreada (CARELLI; FAHL, 2001).

O sombreamento moderado, ao redor de 70% da 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 e FAHL, 2001).

2.9 Comercialização

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional de café beneficiado em 2008 deve variar entre 2,47 e 2,65 milhões de toneladas, o que pode representar crescimento de 22,4% a 30,9% em relação à safra anterior de 2,02 milhões de toneladas. Desse total, 76% da produção são da espécie arábica e os 24% restantes são de robusta (CONAB, 2008).

O cenário de demanda externa aquecida e preços firmes devem permanecer em 2008 na visão do Conselho Nacional do Café (CNC). Já a Organização Internacional do Café (OIC) estima que a oferta mundial deva atingir de 7,38 milhões a 7,59 milhões de toneladas na safra 2008/09. O consumo deve continuar em seu ritmo de alta entre 1,5% e 2% ao ano (BM&F, 2008).

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). Os preços do mercado de café orgânico podem chegar a 25 % a mais do que o café convencional (WILLER; YUSSEFI, 2006).

Novos padrões de consumo, especialmente em países mais desenvolvidos, estão abrindo oportunidades que permitem incluir produtores familiares, dos países mais pobres, no comércio internacional. Os nichos de mercado, principalmente aqueles voltados para as novas posturas nas práticas comerciais, apresentam exigências em relação à preservação do meio ambiente e à responsabilidade social das empresas, sem deixar de lado, a qualidade dos produtos. Estes são atributos específicos que conferem um caráter de especialidade aos produtos e podem, sem muita dificuldade, ser incorporados à produção em pequena escala utilizando mão-de-obra familiar (SOUZA; OTANI; SAES, 2007).

A experiência brasileira de agricultura ecológica mostra que o trabalho mais dinâmico na esfera da comercialização é das instituições como a Associação da Agricultura Orgânica e do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural. A partir de um trabalho estruturado de assistência técnica e organização dos canais de venda, acompanham a evolução do mercado, desde a década de 1990. No Brasil expande-se a participação dos produtos orgânicos em seções especializadas dos supermercados, despertando o interesse das grandes redes, assim como a exportação emerge como uma importante tendência (CANUTO, 1998).

Hoje, considera-se o café orgânico como um nicho de mercado bem estabelecido e com clara tendência de crescimento. Não se questiona mais a sua viabilidade técnica ou econômica, pois se não fosse viável não estaria sendo produzido. No entanto, a cafeicultura orgânica não deve ser vista como solução milagrosa para resolver os problemas dos cafeicultores nos momentos de crises do agronegócio cafeeiro, porém pode ser considerada uma alternativa interessante para aqueles que simpatizam com o alternativo ou

que não concordam com a forma como é praticada a cafeicultura convencional (GIOMO; PEREIRA; BLISKA, 2007).

A formação das cooperativas de café pode ser uma defesa contra comportamentos oportunistas como aconteceu com as cooperativas fundadas no final dos anos cinqüenta. Naquela época, a compra do café dos produtores era realizada pelos maquinistas e intermediários que muitas vezes subestimavam a qualidade do café para pagarem preços mais baixos. Essa prática acabava por reduzir a renda dos produtores e torná-los ainda mais vulneráveis às oscilações do mercado. A coalizão dos produtores por meio da cooperativa tornou-se uma forma de evitar o comportamento oportunista dos intermediários porque a classificação, beneficiamento e venda do café passou a ser realizada pelos próprios cafeicultores (BACHA, 1992).

2.10 Sustentabilidade

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, 2003).

A agricultura sustentável, sob o ponto de vista agroecológico, é aquela que, tendo como base uma compreensão holística dos agroecossistemas, seja capaz de atender, de maneira integrada, aos seguintes critérios: a) baixa dependência de *inputs* comerciais; b) uso de recursos renováveis localmente acessíveis; c) utilização dos impactos benéficos ou benignos do meio ambiente local; d) aceitação e/ou tolerância das condições locais, antes que a dependência da intensa alteração ou tentativa de controle sobre o meio ambiente; e) manutenção em longo prazo da capacidade produtiva; f) preservação da diversidade biológica e cultural; g) utilização do conhecimento e da cultura da população local; e h) produção de mercadorias para o consumo interno e para a exportação (CAPORAL; COSTABEBER, 2002).

Para Altieri, 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).

A agricultura sustentável visa o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira a assegurar a satisfação de necessidades humanas de forma continuada para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável conserva o solo, a água e os recursos genéticos animais e vegetais; não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriado economicamente viável e socialmente aceitável (ROMEIRO, 1998).

Mundialmente estamos chegando a um consenso quanto à necessidade de novas estratégias de desenvolvimento agrícola para assegurar uma produção estável de alimentos e de acordo com a qualidade ambiental. Alguns dos objetivos da sustentabilidade podem ser sintetizados como a produção estável e eficiente dos recursos produtivos, a segurança e auto-suficiência alimentar, o uso de práticas agroecológicas ou tradicionais de manejo, a preservação da cultura local e da pequena propriedade, a assistência aos mais pobres através de um processo de auto-gestão, um alto nível de participação da comunidade em decidir a direção de seus próprios sistemas agrícolas e, a conservação e regeneração dos recursos naturais (ALTIERI, 1989).

A sustentabilidade contempla três dimensões: sustentabilidade 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 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,

atingido pela adequação de tecnologias às diferentes situações e, com uso racional dos recursos locais (FERRAZ, 2003a).

Nesse sentido, a agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, mas sim um objetivo que é o de alcançar um sistema produtivo de alimento e fibras que possibilite aumentar a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, permitindo que os produtores respondam aos níveis de demanda engendrados pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico; produzir alimentos saudáveis e nutritivos que permitam o bem-estar humano; garantir renda líquida suficiente para que os agricultores tenham um nível de vida aceitável e possam investir no aumento da produtividade do solo, da água e de outros recursos e, corresponder às normas e expectativas da comunidade (SANTANA, 2005).

Não é possível utilizar-se simultaneamente de todos os objetivos em todos os projetos de desenvolvimento rural, devendo existir adequação das metas, já que não é fácil obter pela primeira vez, alta produção, estabilidade e equidade. Os sistemas agrícolas não existem isolados, podendo ser afetados por problemas climáticos globais, secas e inundações, mercados locais e internacionais, sendo os problemas produtivos de cada agroecossistema altamente específicos e requerem soluções específicas, mantendo-se uma flexibilidade suficiente para permitir a adaptação dos problemas ambientais e socioeconômicos inerentes (ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

Os elementos básicos de um agroecossistema sustentável são: a conservação dos recursos renováveis, a adaptação do cultivo ao meio ambiente e a manutenção de níveis moderados, porém sustentáveis de produtividade (ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

A sustentabilidade agrícola é a capacidade de um sistema de manter a produção através do tempo na presença de repetidas restrições ecológicas e pressões socioeconômicas (FERRAZ, 2003a).

Deve-se enfatizar que a agricultura sustentável é um processo, uma maneira de pensar, e não uma técnica. Muitas tecnologias contribuem para criar uma agricultura mais sustentável e as técnicas empregadas podem variar com as condições ambientais e socioeconômicas, com o tipo de

exploração e também com o tempo. A situação pessoal do produtor, as condições de sua exploração, a região em que produz e os sinais do mercado vão determinar, em cada caso, quais são os passos necessários, as alternativas e as estratégias para fazer a transição até uma agricultura mais sustentável e em que velocidade isso deve ocorrer (SANTANA, 2005).

A agropecuária moderna leva a uma simplificação afetando, portanto, o equilíbrio e estabilidade dos sistemas. É necessário manter um mínimo de diversidade animal, vegetal e de insetos e, entretanto, uma maior complexidade para garantir a disponibilidade de alimentos e o benefício dos mecanismos básicos de estabilização sistêmica, como no caso do plantio direto que propicia uma proteção do solo e melhor ciclagem de nutrientes, mas não possui maior complexidade no sentido da manutenção da biodiversidade e manejo de plantas espontâneas (ROMEIRO, 1998).

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 agrossistemas sustentáveis, ou seja, a produtividade, a estabilidade, a elasticidade ou resiliência e a equidade (FERRAZ, 2003a).

Outra iniciativa que vem ao encontro da produção sustentável de café é o Código Comum para a Comunidade Cafeeira (4C) que visa ampliar a oferta de café verde no mercado comum, produzido com critérios ambientais, sociais e econômicos. Esse Código está sendo desenvolvido num processo transparente e participativo, aberto a todos que integram ativamente o setor do café verde no mundo, desde organizações de produtores, comércio, indústria e sociedade civil organizada. Destaca-se que o investimento necessário para adaptação ao 4C não significa necessariamente em prêmio no preço da saca comercializada. O que existe é o compromisso das indústrias de comprar, e da rede varejista de comercializar, de forma gradativa e ao longo do tempo, volumes crescentes de cafés com padrão 4C (PEREIRA; BLISKA; GIOMO, 2007).

2.10.1 Indicadores de sustentabilidade

Há uma necessidade urgente de desenvolver um conjunto de indicadores de comportamento socioeconômico e agroecológico para julgar o êxito de um projeto, sua durabilidade, adaptabilidade, estabilidade, equidade, etc... Estes indicadores de desempenho devem demonstrar uma capacidade de avaliação interdisciplinar, através de um método de análise e desenvolvimento tecnológico que não se concentre somente na produtividade, mas também em outros indicadores do comportamento do agroecossistema, tais como a estabilidade, a sustentabilidade, a equidade e a relação entre esses fatores (ALTIERI;NICHOLLS, 2000).

Os indicadores de sustentabilidade devem refletir as alterações nos atributos, ressaltando a inexistência de indicadores universais, mas sim específicos para cada sistema, dependendo de suas categorias e elementos. Esses indicadores não devem ser exaustivos, porém eficientes, no sentido de cumprirem as condições descritas e com uma boa base estatística (FERRAZ, 2003b).

Outra forma de avaliação da sustentabilidade é através da mensuração da energia incorporada no processo de obtenção de produtos e serviços (ORTEGA, 2003), porém é importante salientar que a avaliação dos aspectos ambientais de sustentabilidade deve considerar a escala de tempo correspondente, respeitando os ciclos naturais, para que possa produzir resultados confiáveis (FERRAZ, 2003b).

Para selecionar os indicadores é necessário observar se eles são capazes de não apenas sinalizar a degradação no sistema, mas de advertir para possíveis perturbações potenciais (PESSOA et al, 2003).

A obtenção de alta produtividade e a manutenção ou melhoria da qualidade ambiental não são mutuamente excludentes nem difíceis de serem alcançados, entretanto, sem ainda ser confirmado, a avaliação dos aspectos sociais e biofísicos pode requerer décadas ou até séculos e a avaliação dos aspectos ambientais da sustentabilidade deve considerar a escala de tempo

(Tabela 2) correspondente para que possa produzir resultados confiáveis (FERRAZ, 2003a).

Tabela 2 – Escala de tempo para avaliação de diferentes aspectos da sustentabilidade.

Aspectos	Escala de tempo
Avaliação econômica de lucratividade	Uma ou várias décadas
Tendências de rendimento	Cinco a vinte anos
Características do solo	Uma a várias décadas
Características hidrológicas	Uma a várias décadas
Parâmetros ecológicos	Várias décadas a séculos
Aspectos sociais e culturais	Poucas a várias gerações

Fonte: Adaptado de Ferraz, 2003a.

A definição de indicadores de sustentabilidade requer um conjunto de ações ou etapas que visam definir e caracterizar a área de estudo e identificar os fatores críticos locais. A escolha deve ser baseada em critérios de objetividade, credibilidade, facilidade de integração com os demais indicadores escolhidos, sensibilidade no tempo, aplicabilidade para outros locais, facilidade de reconhecimento, mensuração e clareza (FERRAZ et al, 2004).

A avaliação das alterações observadas através de indicadores, requer considerações sobre a escolha da escala sistêmica apropriada, ou seja, da amplitude da área de estudo. De acordo com Ferraz (2003a), a Tabela 3 apresenta a escala temporal e sistêmica para a avaliação indutora de mudanças em alguns parâmetros do solo.

Os indicadores são úteis tanto para comparar como para avaliar o grau de sustentabilidade entre diferentes sistemas de produção e as suas evoluções no tempo, refletindo também as inter-relações, delimitando a área de abrangência e a definição clara de propósitos a que se destinam, sendo a bacia hidrográfica considerada o ideal para estudos de impactos ambientais, por permitir um maior entendimento das atividades humanas e suas relações com o ambiente (FERRAZ et al, 2004).

Após a definição da área de estudos, há necessidade de conhecimento dos aspectos ecológicos, sociais e econômicos locais, que fornecerão os subsídios necessários para a escolha dos indicadores a serem adotados. Devem-se utilizar dados já disponíveis, como mapas, dados estatísticos, imagens de satélites, entre outros, e a aplicação do DRRP (Diagnóstico Rural Rápido Participativo), privilegiando a participação dos atores sociais locais para a percepção dos principais problemas existentes e suas possíveis soluções (FERRAZ et al, 2004).

Tabela 3 – Escala temporal e sistêmica, para avaliação da ação indutora de mudanças nas propriedades, processos e no microclima do solo.

Parâmetros	Escala temporal	Escala sistêmica
Processos do solo		
Erosão	5 a 20 anos	Bacia hidrográfica
Compactação e acidificação	1 a várias safras	Parcela do terreno/ propr.
Queda da fertilidade	5 a 20 anos	Tipos de solo/propriedade
Propriedade do solo		
Físicas, químicas, biológicas e nutricionais.	1 a diversos anos	Tipos de solo/propriedade
Microclima		
Provisão energética	10 a 50 anos	Parcela de terreno
Temperatura do ar e solo	Poucos a diversos anos	Parcela de terreno
Regime de chuvas	Poucas a diversas décadas	Microbacia

Fonte: Ferraz, 2003a.

Alguns sistemas de avaliação buscam uma abordagem interdisciplinar. Tal é o caso do sistema de avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas denominado MESMIS, idealizado no México em 1994 por um grupo multidisciplinar e multi-institucional (LOPEZ-RIDAURA; MASERA; ASTIER, 2000).

A sustentabilidade dos sistemas de produção é definida pelos atributos de produtividade, estabilidade, confiabilidade, equidade e autoconfiança. É realizado de forma participativa, através de uma equipe interdisciplinar, incluindo participantes locais. 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).

Alguns indicadores desenvolvidos consistem em observações ou medições do que se realizam em nível de propriedade para verificar se o solo é fértil, conservado e se as plantas estão saudáveis, vigorosas e produtivas. Em outras palavras, os indicadores servem para “tomar-se o pulso do agroecossistema” (ALTIERI, 2002; ALTIERI; NICHOLLS, 2002).

Em um estudo sobre cafezais em Turrialba, Costa Rica, Altieri & Nicholls (2002) apresentam uma metodologia para diagnosticar a qualidade do solo e a saúde do cultivo, usando indicadores sensíveis e específicos para o café. Ainda que, com poucas modificações, a metodologia pode ser aplicada para uma gama de agroecossistemas, em várias regiões diferentes, escolhidos indicadores simples e práticos de serem utilizados pelos agricultores, além de serem relativamente precisos e de fácil interpretação; suficientemente sensíveis para refletir as trocas ambientais e os impactos de práticas de manejo sobre o solo e o cultivo; serem capazes de integrar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; poder relacionar-se com processos do ecossistema como, por exemplo, capturar a relação entre diversidade vegetal e estabilidade de populações de pragas e doenças (ALTIERI, 2002).

Pode-se distinguir quatro categorias principais de indicadores: gerais, de diagnóstico, estimativas de risco e de robustez, com características de serem aplicáveis a um grande número de sistemas ecológicos, sociais e econômicos; ser mensuráveis e de fácil medição; de fácil obtenção e baixo custo; concebido de tal forma que a população local possa participar de suas

medições, ao menos no âmbito das propriedades; ser sensíveis às mudanças do sistema e indicar tendências; representar os padrões ecológicos, sociais e econômicos de sustentabilidade e permitir o cruzamento com outros indicadores (FERRAZ, 2003b).

Devem ser definidos níveis máximos e mínimos para indicadores individuais, coerentes com o sistema e, atribuir-lhes peso para a formulação de indicadores compostos, de acordo com o seu grau de importância para cada descritor (FERRAZ, 2003b).

É necessário estar atento aos indicadores de sustentabilidade, portanto, um agroecossistema pode ser analisado e avaliado quanto ao seu nível de estabilidade, através de indicadores adequados, os quais demonstrem que a capacidade de suporte do sistema ao longo do tempo não seja afetada (MARQUES; SKORUPA; FERRAZ, 2003).

Para cada elemento ou tema significativo, de cada categoria importante, são escolhidos descritores e indicadores, sendo os descritores as características significativas de um elemento de acordo com os principais atributos de sustentabilidade de um determinado sistema e, os indicadores representam uma medida do efeito da ação do sistema sobre o descritor, podendo ser relacionados um ou mais na forma de estoques ou de fluxos para critérios de avaliação do solo ou da água e da sociedade. Este diagnóstico é baseado fundamentalmente em dados secundários e visitas ao campo com uma equipe multidisciplinar (FERRAZ, 2003b).

Ainda conforme o Professor José Maria Gusman Ferraz:

A partir destas observações são evidenciados os fatores críticos, que permitem o levantamento dos descritores e dos indicadores de sustentabilidade sob três aspectos: econômico, social e ecológico. Os dados colhidos são monitorados e avaliados ao longo do tempo, a fim de se obter um diagnóstico completo da área em estudo (FERRAZ et al, 2004).

Diversos indicadores de sustentabilidade têm sido propostos no sentido de construir um processo participativo para comparar sistemas de produção e identificar quais os fatores que interferiram e quais os processos que propiciaram um melhor desempenho. Um dos fatores, para que um

determinado sistema de avaliação possa servir como indicador de sustentabilidade é a existência ou não de descritores que sejam verificáveis e possam ser apropriados pelos agricultores e técnicos no sentido de ter custo acessível, fácil monitoramento e serem aptos a situações bastante diversas, produzindo dados dentro de um padrão de variação que possibilite futuros contrastes (VIVAN; FLORIANI, 2004).

2.10.2 A agricultura familiar

A agricultura familiar em todas as partes do mundo é que geralmente assegura a produção dos alimentos básicos da população, onde a família ocupa um lugar importante nas relações sociais e de desenvolvimento das atividades. Independente do regime ou da política econômica dos países essa forma de agricultura tem demonstrado ser prova evidente de uma grande capacidade de adaptação e resistência (LAMARCHE; ABREU, 1997).

A lógica do mercado se contrapõe aos interesses da agricultura familiar, manipulando os preços e oprimindo através de tecnologias produtivista e comercialização globalizada impondo uma competitividade internacional inviável para a pequena produção. Apesar de perder um pouco de suas tradições e valores, esse sistema persiste destacando suas capacidades tradicionais de produção de alimentos saudáveis, de qualidade e garantindo uma grande parcela dos empregos, principalmente para seus membros, além de preservar os recursos naturais, propiciando a manutenção da relação das sociedades com a natureza (SILVEIRA, 2007).

Fazendo frente ao *agrobusiness*, que historicamente reduziu a variedade de sementes e matrizes e, em conseqüência, a variedade e a qualidade dos alimentos, deve existir uma agricultura que mantenha a diversidade da produção e que contribua para a saúde e a segurança alimentar. Em oposição às grandes monoculturas que ocupam maciçamente e de modo desordenado os cerrados e as áreas de floresta tropical desmatadas, causando erosão, assoreamento dos rios, tem que haver uma agricultura que saiba se inserir nos ecossistemas sem destruí-los, ao contrário, assegurando a manutenção das águas e da vegetação nativa. Uma agricultura, enfim, que

repovoe o campo, dinamize social e economicamente os municípios do interior, freie a pressão sobre as grandes cidades e as capitais. E, a nosso ver, só a agricultura familiar pode conseguir tudo isso, como múltiplos casos já o comprovam (LEROY, 2000).

A crise social que tem se acentuado nos últimos tempos, com graves reflexos sobre a sociedade brasileira em geral, com a modernização da agricultura foi e ainda é, um fator de exclusão social. O crescimento das cidades, principalmente das metrópoles, impõe cada vez com mais urgência o controle relativo, senão total do êxodo rural, por intermédio de políticas públicas de modo a promover o planejamento, incentivo e a auto-gestão do processo de desenvolvimento sustentável d os territórios rurais e o fortalecimento e dinamização da sua economia (FERNANDES; FIÚZA, 2006).

A agricultura familiar possui grande potencial para a agroecologia, tanto no aspecto da produção de alimentos e subsistência, através da manutenção de sistemas mais complexos de policultivo, quanto aos conhecimentos e valores tradicionais em forma de ajuda mútua, mutirões, permuta de sementes e outros costumes que ainda persistem após a modernização na agricultura (SILVEIRA, 2007).

O ser humano provoca impactos na superfície da terra, atuando nos meios físico, econômico e social. Porém, deve ter como base o equilíbrio entre ele e seu meio, atingindo assim outras formas de agricultura e renda, reconhecendo seus impactos e não se restringindo apenas na produção de alimentos, reforço da mão-de-obra barata e geração e transferência de lucro para outras empresas. É necessário visar outras fontes de renda alternativas e benefícios sociais da agricultura, mudando assim um foco de desenvolvimento sustentável (FERNANDES; FIÚZA, 2006).

As unidades de produção agrícola são tidas como um organismo vivo, sob o ponto de vista ecológico, onde o homem interage com o meio constituindo um todo articulado. As diversas atividades se integram e se orientam por princípios e vínculos em que a relação homem natureza associam-se e cooperam-se visando manter as funções vitais, onde essa diversidade é orientada por um saber de múltiplas dimensões, cumprindo um

papel além do equilíbrio e preservação ecológicos, mas também de afirmação de uma identidade, com relativa autonomia na ocupação da unidade de produção (BRANDENBURG, 2002).

Está surgindo um novo modo de encarar a realidade, como se fosse uma nova política do lugar, do espaço e do tempo, movida pelos direitos à identidade cultural dos povos, legitimando as regras democráticas de convivência social. A sustentabilidade se fundamenta nas bases ecológicas, inerente a cada território, local onde os legítimos atores sociais exercem seus poderes para a mobilização dos potenciais ambientais a fim de satisfazerem suas necessidades básicas, manterem suas culturas e reconstruírem seus modos de vida (LEFF, 2004).

Os estabelecimentos que operam com baixo inputs possuem objetivos orientados para uma racionalidade que não privilegia a acumulação de capital, que se expõe aos riscos e às inovações técnicas, mas sim à um projeto social de vida, em função de aspirações individuais e valores sócio-ambientais que integram o modo de vida (BANDENBURG, 2002).

É possível garantir a reprodução sócio-econômica das famílias rurais, que pode proporcionar a subsistência pelo trabalho nas atividades agrícolas e a moradia, assegurado pela auto-suficiência, segurança alimentar, preservação ambiental e da paisagem rural e a manutenção da cultura local, porém nem sempre ocorre em todas as situações que possam gerar um impacto positivo no meio ambiente (FERNANDES; FIÚZA, 2006).

Apoiar todos os esforços e fortalecer suas capacidades institucionais com vistas a reduzir a pobreza rural, aumentar a prosperidade no campo e aprimorar as capacidades da população rural a fim de acelerar o seu próprio desenvolvimento mediante o uso sustentável dos recursos naturais, é uma tarefa para a pesquisa e a extensão, amparadas por políticas públicas que garantam a continuidade dos trabalhos e a segurança do homem do campo, em todas as regiões do País (FERNANDES; FIÚZA, 2006).

2.11 Sistemas alternativos de produção

2.11.1 Agricultura orgânica

A agricultura de estilo convencional possui sua origem nas descobertas de cientistas do século dezanove, principalmente Liebig, quando derrubaram a teoria do húmus, em que as plantas obtinham seu carbono a partir da matéria orgânica do solo. Liebig difundiu a idéia de que o aumento da produção agrícola seria diretamente proporcional à quantidade de substâncias químicas incorporadas ao solo, o que foi comprovado cientificamente, marcando o fim de um longo período, da Antiguidade até o século dezanove, no qual o conhecimento agrônômico era essencialmente empírico (EHLERS, 1994).

Na medida em que certos componentes da produção agrícola passaram a ser produzido pelo setor industrial, ampliaram-se as condições para o abandono dos sistemas de rotação de culturas e da integração da produção animal à vegetal; que passaram a ser realizada separadamente. Tais fatos deram início a uma nova fase da história da agricultura, que ficou conhecida como "Segunda Revolução Agrícola". São também parte desse processo o desenvolvimento de motores de combustão interna e a seleção e produção de sementes como os outros itens apropriados pelo setor industrial. Estas inovações foram responsáveis por sensíveis aumentos nos rendimentos das culturas (HECHT, 1989).

Contudo, esse modelo de agricultura a partir da década de 60 começava a dar sinais de sua exaustão: desflorestamento, diminuição da biodiversidade, erosão e perda da fertilidade dos solos, contaminação da água, dos animais silvestres e dos agricultores por agrotóxicos que passaram a ser decorrências quase inerentes à produção agrícola (EHLERS, 1994).

Na prática, porém, o que se viu nos anos seguintes foi a continuação do avanço da agricultura convencional, particularmente nos países em desenvolvimento, com o agravamento dos danos ambientais, porém no início dos anos 70 a oposição em relação ao padrão produtivo agrícola

convencional concentrava-se em torno de um amplo conjunto de propostas "alternativas", movimento que ficou conhecido como "agricultura alternativa" (HECHT, 1989).

A agricultura orgânica possui alguns princípios básicos que caracterizam um sistema alternativo e com vistas ao melhoramento contínuo do solo e do agroecossistema em geral. O primeiro princípio é o do "respeito à natureza", com a consciência de que devem ser utilizados racionalmente os recursos naturais e dentro dos ciclos realizados naturalmente. O segundo princípio é a utilização da "diversificação de culturas", que faz com que o agroecossistema seja mais estável no equilíbrio entre agentes patógenos, inimigos naturais e hospedeiros. Outro princípio da agricultura orgânica é o de que o solo é um organismo vivo, devendo ser considerado seus aspectos físicos, químicos e biológicos dependentes da matéria orgânica para melhor estruturação e adequação ao desenvolvimento do sistema radicular. Por final, outro princípio básico é a "independência" dos sistemas de produção em relação a insumos químicos, originado muitas vezes à custa de energia fóssil, adquiridos externamente à propriedade que, além de onerarem os custos levam à insustentabilidade (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A matéria orgânica, quando adicionada ao solo, além de fornecer nutrientes para as plantas, possui a propriedade de melhorar as estruturas químicas, físicas e biológicas do ambiente, aumentando a capacidade de troca catiônica, reduz a plasticidade e coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, facilitando a penetração e distribuição das raízes do cafeeiro. Uma forma barata de se adicionar esse ingrediente ao solo é através do aproveitamento de resíduos orgânicos existentes na propriedade e transformados em compostos e também através de incorporação de biomassa de plantas leguminosas cultivadas no local (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A adubação orgânica deve ser complementada com biofertilizantes de formulações variadas e obtida através da fermentação de esterco, leite, melaço, extratos vegetais, farelos e outros resíduos orgânicos (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A agricultura orgânica é um sistema orientado por normas de produção agrícola, com vistas a promover e realçar a saúde do meio ambiente, preservar a biodiversidade, os ciclos e as atividades biológicas do solo. Nesse sentido, a agricultura orgânica enfatiza o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural. Isso abrange, sempre que possível, a administração de conhecimentos agronômicos, biológicos e até mesmo mecânicos, mas exclui a adoção de substâncias químicas ou outros materiais sintéticos que desempenhem no solo funções estranhas às desempenhadas pelo ecossistema (PRIMAVESI, 2003).

Do solo necessitamos que permita um bom desenvolvimento das raízes; tenha o suficiente em nutrientes para a planta; conserve a maior quantidade de água disponível à planta; seja suficientemente arejado e não contenha substâncias tóxicas, prejudiciais à raiz (PRIMAVESI, 1981).

No que diz respeito à ocorrência de doenças e pragas na produção vegetal, a agricultura orgânica parte do princípio que a sanidade vegetal apresenta uma correlação direta com o equilíbrio das condições do solo, onde microorganismos isolados ou associados apresentam papel preponderante na nutrição vegetal, na solubilização e disponibilidade dos nutrientes assimiláveis pelas plantas (CHABOUSSOU, 1987).

As práticas de manejo do solo na agricultura orgânica são as mesmas da convencional, porém não se utiliza daquelas que promovam grande revolvimento e exposição do solo, preferindo-se usar escarificações e subsolagens ou outras práticas de cultivo mínimo e de plantio direto quando houver necessidade, sem uso de herbicidas. É fundamental o uso da cobertura do solo, evitando-se por um maior tempo possível sua exposição à luz solar e chuvas fortes, que promovem a degradação e baixa produtividade (THEODORO, 2006).

Quanto às variedades de café a serem implantadas, é recomendável o uso daquelas que sejam resistentes à ferrugem, visando a eliminação do uso de agrotóxicos, além de se utilizar um espaçamento adequado ao porte do cafeeiro, que lhe confira certo sombreamento favorável e que permita o crescimento de plantas espontâneas ou o cultivo de

leguminosas, espécies nativas ou frutíferas nas entrelinhas, que promovam a biodiversidade do agroecossistema (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A transição para práticas orgânicas é relativamente simples para pequenos agricultores. Isso acontece porque muitos deles, já descapitalizados, não usam produtos químicos e mantêm áreas diversificadas de cultivo, como estratégia de reprodução social. Além disso, os benefícios obtidos, como a melhor remuneração obtida pelo produto orgânico certificado, é de reconhecimento imediato pelos agricultores. 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; OTANI; SAES, 2007).

Café orgânico é aquele produzido de acordo com as normas e procedimentos preconizados pela Agricultura Orgânica, em conformidade com a legislação vigente no País. Ele deve proporcionar rentabilidade econômica adequada aos produtores para satisfação das suas necessidades, atuais e futuras, de alimentos e renda, além do atendimento das necessidades sociais das famílias e comunidades rurais (GIOMO; PEREIRA; BLISKA, 2007).

2.12 Agroecologia como abordagem para transição

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).

Definida como a ciência ou disciplina científica que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas, com o propósito de permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maiores níveis de sustentabilidade. 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 (ALTIERI, 1989).

A cultura humana e o ambiente se moldam mutuamente, cada qual pressionando de forma seletiva o outro. O ecossistema inclui então, o sistema de conhecimento, de valores, de organização social e de tecnologias do povo paralelamente ao seu sistema biológico (NORGAARD, 1989).

Para Gliessman (2001) o “enfoque agroecológico corresponde à aplicação dos conceitos e princípios da ecologia no manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis” e, para Guzmán (2005) a “agroecologia” constitui o campo de conhecimentos que promove o manejo ecológico dos recursos naturais, através de formas de ação social coletiva que apresentem alternativas à atual crise de modernidade, mediante propostas de desenvolvimento participativo desde os âmbitos da produção e da circulação alternativa de seus produtos, pretendendo estabelecer formas de produção e de consumo que contribuam para encarar a crise ecológica e social e, deste modo, restaurar o curso alterado da co-evolução social e ecológica.

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).

A agroecologia corresponde ao campo de conhecimentos que proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição do modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas de bases ecológicas ou sustentáveis, assim como do modelo convencional de desenvolvimento a processos de desenvolvimento rural sustentável. Desta forma, o termo

“agroecologia” deixa de ser compreendido como uma disciplina científica que estuda os agroecossistemas, ou seja, as relações ecológicas que ocorrem em um sistema agrícola, para tornar-se mais uma prática agrícola propriamente dita, ou ainda um guarda-chuva conceitual que permite abrigar várias tendências alternativas (GOMES, 2005).

Por isso, 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).

Com base em vários estudiosos e pesquisadores desta 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).

Os agroecossistemas são ecossistemas naturais modificados pelo homem e, são considerados como unidades fundamentais para o estudo e planejamento das intervenções humanas em prol do desenvolvimento rural sustentável. Quanto mais um agroecossistema se parecer com o ecossistema regional, maior será a probabilidade de ser sustentável. Sob o ponto de vista da pesquisa Agroecológica, o primeiro objetivo não é a maximização da produção de uma atividade particular, mas sim a otimização do equilíbrio do agroecossistema como um todo, o que significa a necessidade de uma maior ênfase no conhecimento, na análise e na interpretação das complexas relações existentes entre as pessoas, os cultivos, o solo, a água e os animais (FEIDEN, 2005).

O processo de difusão de sistemas agroecológicos de produção no Brasil e as perspectivas dessa alternativa de modelo agrícola, dentro de uma economia globalizada e flexível, implicam na retomada do debate sobre políticas públicas amplas e diferenciadas, reforma agrária, agricultura familiar e segurança alimentar. Fica claro, porém, que apesar de não ser pequeno, é imprescindível o esforço de toda sociedade para uma mudança de paradigma da pesquisa agrícola, principalmente, quando esta se encontra atrelada a alterações sóciopolíticas de caráter estrutural (ASSIS, 2005).

Assim, a agroecologia tem o propósito de apresentar alternativas que demonstrem ser um novo paradigma para a agricultura, uma ciência que fornece os princípios metodológicos e que propicia naturalmente a renovação do solo, facilitando a reciclagem dos nutrientes, utilizando racionalmente os recursos naturais e mantendo a biodiversidade, promovendo uma base científico-tecnológica para uma agricultura sustentável (MATTOS, 2006; CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

3 METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1 Caracterização da região de estudo

A região de estudo foi definida como aquela compreendida por um círculo com raio de vinte e cinco quilômetros, a partir da área de plantio do café no Colégio Agrícola de Penápolis (Figura 5).

O tamanho desse raio está em função da localização da propriedade do produtor parceiro, no município de Avanhandava, em que sua lavoura possui a mesma idade, variedade e sistema de irrigação daquela plantação do Colégio Agrícola, porém com cultivo convencional, servindo como um tratamento para a comparação dos resultados nesse estudo.

Essa região envolve a maior parte de quatro municípios adjacentes, sendo Penápolis, Avanhandava, Barbosa e Glicério e áreas menores de outros municípios que não serão considerados no trabalho.

Os solos que predominam (Figura 5) são da classe dos Latossolos Vermelhos, distróficos – A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado (LV45), conforme Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, 1999).

No local do experimento com o café implantado com princípios agroecológicos o teor de argila é de 14,3% e, argila mais silte é 21,6% e a areia total de 78,4%, conforme análise do solo realizada pelo Laboratório de Análises

Agronômicas – Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia – Pompéia/SP (Anexo 2).



Figura 5 - Mapa da região de Penópolis com a classificação de solos e localização da área de estudo.

Fonte: Adaptação de IBGE/CATI, 2005; OLIVEIRA, 1999.

Os solos são bem drenados, de coloração vermelho-amarelo, formados a partir de sedimentos areníticos. São ácidos de baixa fertilidade, encontrados cobrindo os espigões e especialmente nas topografias suavemente planas, raramente onduladas (OLIVEIRA, 1999). Exigem emprego

constante de corretivos, fertilizantes e adoção de cuidados para controlar os processos erosivos. Nas áreas mais baixas, compreendidas pelas várzeas, margens dos córregos, rios e ribeirões, encontram-se solos hidromórficos, que são encharcados, com lençol freático bem elevado e pH ácido (VALADARES, 2008).

No entorno da região de estudo, inclusive na propriedade do produtor parceiro no município de Avanhandava, ocorre solos classificados como PVA10 (Figura 5), porém foi este o local mais próximo e com características gerais mais similares encontrado entre as propriedades rurais da região para servir como uma referência em plantio convencional, e sistema de agricultura familiar, para as comparações com o cultivo agroecológico.

Penápolis localiza-se nas coordenadas 21°15'00"S e 50°02'00"W, altitude de 415 metros, com temperatura média anual de 23,5°C e precipitação pluviométrica de 1333,4 mm anuais (CEPAGRI/UNICAMP - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura) (Tabela 4).

Tabela 4 – Dados climatológicos do município de Penápolis.

Penápolis				
Latitude: 21g 15m		Longitude: 50g 2m		Altitude: 415 metros
Classificação Climática de Koeppen: Aw				
MÊS	Temperatura do ar (°C)			CHUVA (mm)
	mínima	média	máxima	
JAN	19.9	31.5	25.7	237.0
FEV	20.1	31.6	25.9	201.2
MAR	19.4	31.4	25.4	154.2
ABR	16.9	30.1	23.5	76.3
MAI	14.3	28.3	21.3	60.4
JUN	13.0	27.2	20.1	43.0
JUL	12.4	27.5	20.0	27.5
AGO	14.0	30.1	22.0	21.2
SET	16.1	31.1	23.6	62.4
OUT	17.7	31.3	24.5	107.4
NOV	18.4	31.4	24.9	128.2
DEZ	19.4	31.1	25.3	214.6
Médias				
Ano	16.8	30.2	23.5	1333.4
Min	12.4	27.2	20.0	21.2
Max	20.1	31.6	25.9	237.0

Fonte: CEPAGR/UNICAMPI, 2007.

A temperatura média nos meses mais frios é de 20,8 °C entre maio e agosto e, a máxima é de 31,6°C no mês de fevereiro, o mês mais quente do ano. A estação quente ocorre entre os meses de setembro a abril e apresenta temperatura média mensal de 24,8°C. Destaca-se janeiro como o mês mais chuvoso, média mensal de 237 mm e, o mês de agosto, o mais seco com média mensal de 21,2 mm.

Nos outros municípios estudados as temperaturas e altitudes ficam bem próximas às de Penápolis, sendo que Avanhandava possui temperatura média de 23,40°C, Barbosa e Glicério com temperaturas semelhantes às de Penápolis e as altitudes variam de 390 metros para Glicério, 400 metros para Barbosa e 425 metros para Avanhandava (CEPAGRI/UNICAMPI, 2007).

Os ventos predominantes apresentam direção sudeste e leste, sendo esses os que possuem as maiores velocidades médias. O clima é classificado, segundo a classificação climática de Koeppen (Figura 6), baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos (CEPAGRI/UNICAMP, 2007)

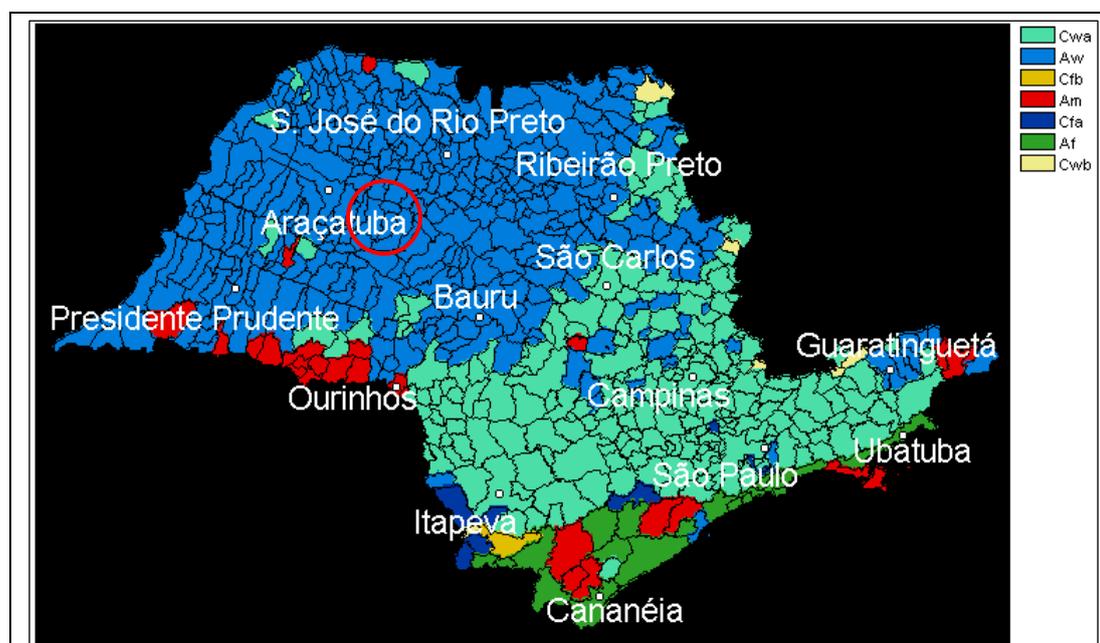


Figura 6 – Mapa de Classificação climática de Koeppen para o estado de São Paulo. Fonte: CEPAGRI/UNICAMP, 2007.

As regiões a Noroeste, mais quentes, pertencem ao tipo “Aw”, tropical chuvoso com inverno seco e, os meses mais frios podem atingir temperaturas médias superiores à 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono. Em pontos isolados ocorre o tipo “Am” que caracteriza o clima tropical chuvoso, com inverno seco onde o mês menos chuvoso tem precipitação inferior a 60 mm. O mês mais frio acusa temperatura média superior a 18°C (CEPAGRI/UNICAMP, 2007).

O ecossistema predominante na região do município de Penápolis é o cerrado, mas há espécies típicas da mata atlântica, como o angico, ipê, jacarandá, jatobá, aroeira, peroba rosa, paineira, sapucaia e outras, com vegetação herbácea e arbustiva que, embora sejam comuns para esse bioma, são eventualmente registrados em áreas ecotonais ou de contato entre o cerrado e a floresta estacional semidecidual (SIQUEIRA; DURIGAN, 2007).

Conforme o zoneamento climático para a cultura do café no Estado de São Paulo, realizado pelo CEPAGRI/UNICAMP (2007), a região de Penápolis está apta para a cultura, porém, possui restrição térmica em parte dos municípios, principalmente no município de Barbosa em 58,2% de sua área (Tabela 5).

No município de Penápolis essa área é de 14,1% do total, em Glicério 21,1% e Avanhandava possui a totalidade da área apta.

Tabela 5 - Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*) no Estado de São Paulo.

Município	Área		Apto		Restr.Hidr.		Restr.Geada		Restr.Térm.		Inapto	
	(Km2)	(%)	(Km2)	(%)	(Km2)	(%)	(Km2)	(%)	(Km2)	(%)	(Km2)	(%)
Penápolis	702,0	85,9	602,8	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	99,2	0,0	0,0	0,0
Avanhandava	344,0	100,0	344,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Barbosa	205,0	41,8	85,7	0,0	0,0	0,0	0,0	58,2	119,3	0,0	0,0	0,0
Glicério	274,0	78,0	216,3	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1	57,7	0,0	0,0	0,0

Fonte: Adaptado de CEPAGRI/UNICAMP, 2007.

As áreas do Estado definidas como aptas para a cafeicultura, conforme a portaria Federal nº. 150 de 10/08/07 inclui a região de estudo (Figura 7).

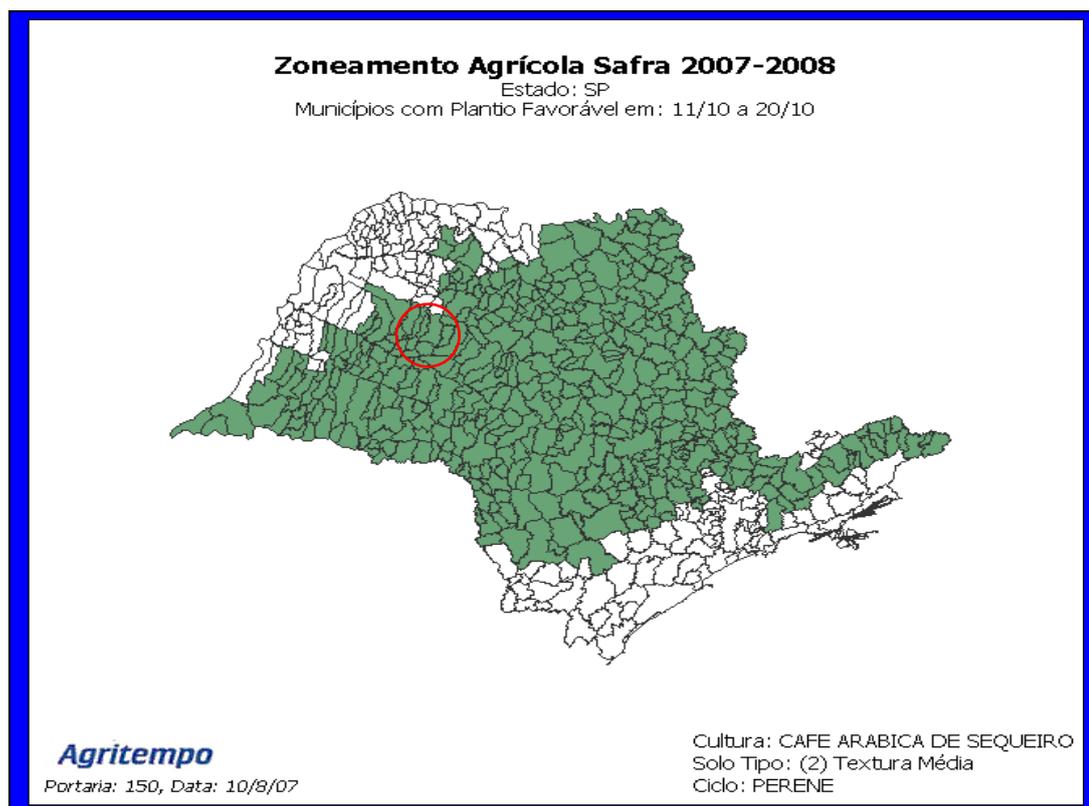


Figura 7 – Zoneamento para a cultura do café no Estado de São Paulo.
Fonte: Agritempo, 2008.

O município de Penápolis conta com 878 propriedades até 50 hectares (Tabela 6) sendo que 174 delas produzem café, e são assistidas pelos técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e com apoio do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Penápolis (IBGE/CATI, 2006).

Tabela 6 – Número de UPAS (Unidades Produtivas Agropecuárias) até 50 ha no município de Penápolis.

EXTRATO	Nº. de UPAS	%	ÁREA (Ha)	%
Área das UPAS com (0,1] ha	10	0,84	7,00	0,01
Área das UPAS com (1,2] ha	7	0,59	11,80	0,02
Área das UPAS com (2,5] ha	123	10,34	456,90	0,71
Área das UPAS com (5,10] ha	138	11,61	1091,60	1,69
Área das UPAS com (10,20] ha	233	19,60	3356,60	5,21
Área das UPAS com (20,50] ha	368	30,95	11683,10	18,12
TOTAL	878	73,93	16.609,00	25,76

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Resumo de UPAs do Município de Penápolis (IBGE/CATI, 2006).

Possui também baixa diversidade de culturas, com prevalência da cana, seguido por lavouras de ciclos anuais (Tabela 7).

Tabela 7 – Distribuição das culturas e respectivas áreas cultivadas, no município de Penápolis/SP – 2005.

Município e principais produtos das lavouras temporárias e permanentes	Área plantada ou deslida à colheita (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor (1 000 R\$)
Penápolis	21 948	21 948	46 456
Lavouras Temporárias	21 548	21 548	44 664
Lavouras Permanentes	400	400	1 792
Cana-de-açúcar (2)	19 865	19 865	1 519 475	76 490	42 545
Milho (em grão)	900	900	3 900	4 333	975
Soja (em grão)	350	350	735	2 100	368
Mandioca (2)	327	327	3 209	9 813	578
Café (beneficiado)	200	200	240	1 200	720
Banana	100	100	2 500	25 000	750
Borracha (látex coag.)	80	80	160	2 000	224
Sorgo graníf. (em grãos)	52	52	160	3 076	32
Arroz (em casca)	48	48	58	1 208	23
Coco-da-baía (1)	20	20	280	14 000	98
Tomate	4	4	200	50 000	120
Cebola	2	2	36	18 000	23

Fonte - IBGE, 2007.

O município de Avanhandava conta com 37 propriedades até 10 hectares e 145 propriedades de 10 a 50 hectares (Tabela 8), assistidas por técnicos da CATI e Sindicato dos Trabalhadores Rurais.

Tabela 8 – Número de UPAS até 50 ha do município de Avanhandava.

EXTRATO	Nº. DE UPAS	%	ÁREA(Ha)	%
Área das UPAS com (1,2] ha	4	1,27	5,0	0,01
Área das UPAS com (2,5] ha	20	6,37	75,70	0,23
Área das UPAS com (5,10] ha	13	4,14	107,70	0,33
Área das UPAS com (10,20] ha	49	15,61	711,80	2,16
Área das UPAS com (20,50] ha	96	30,57	3235,40	9,81
TOTAL	182	57,96	4.135,60	12,54

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - Resumo de UPAs do Município de Avanhandava (IBGE/CATI/2006).

A cana-de-açúcar prevalece também em Avanhandava, com uma baixa diversidade de outras culturas, seguido pelas pastagens e lavouras de

ciclos anuais, como o milho e a soja, sendo existentes vinte e oito propriedades que cultivam café no município (IBGE-CATI/2006).

O município de Glicério conta com 72 propriedades até 10 hectares e 204 propriedades de 10 a 50 hectares (Tabela 9), assistidas pela CATI e pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais e, possui também uma baixa diversidade de culturas, sendo cultivado na maioria com cana-de-açúcar e pastagem e com registros de cultivo de café em duzentos e noventa e seis hectares, divididos em cinquenta e quatro propriedades.

Tabela 9 – Número de UPAS até 50 ha do município de Glicério.

EXTRATO	Nº. DE UPAS	%	ÁREA(Ha)	%
Área das UPAS com (0,1] ha	2	0,51	1,8	0,01
Área das UPAS com (1,2] ha	6	1,54	10,2	0,04
Área das UPAS com (2,5] ha	23	5,9	79,8	0,35
Área das UPAS com (5,10] ha	47	12,05	376,6	1,65
Área das UPAS com (10,20] ha	78	20	1229,5	5,39
Área das UPAS com (20,50] ha	117	30	3554,8	15,58
TOTAL	273	70	5252,7	23,02

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Resumo de UPAs do Município de Glicério (IBGE-CATI/2006).

O município de Barbosa apresenta 62 propriedades até 10 hectares e 115 propriedades de 10 a 50 hectares (Tabela 10), assistidas pela Cati e pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais. Possui também uma baixa diversidade de culturas, sendo cultivado na grande maioria com cana-de-açúcar e pastagem e sem registros de cultivo de café.

Tabela 10 – Número de UPAS até 50 ha do município de Barbosa.

EXTRATO	Nº. DE UPAS	%	ÁREA(Ha)	%
Área das UPAS com (0,1] ha	1	0,4	1,00	0,01
Área das UPAS com (1,2] ha	6	2,39	7,50	0,04
Área das UPAS com (2,5] ha	23	9,16	94,70	0,49
Área das UPAS com (5,10] ha	33	13,15	269,50	1,39
Área das UPAS com (10,20] ha	42	16,73	643,60	3,32
Área das UPAS com (20,50] ha	76	30,28	2410,40	12,45
TOTAL	181	72,11	3426,70	17,70

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Resumo de UPAs do Município de Barbosa (IBGE-CATI/2006).

3.2 Definição dos tratamentos

Neste trabalho utilizou-se um total de oito parcelas, constituindo assim oito tratamentos, sendo que quatro deles com princípios agroecológicos, dois convencionais, um de mata nativa e um com café orgânico, convertido desde 2001. Sendo que estes dois últimos tratamentos serviram como parâmetros de comparação com os outros. Além desses tratamentos também foi utilizada uma área de pastagem, próxima às parcelas de cultivo em moldes agroecológico, descrita como Parcela PP, para comparação com as outras, nos testes com o penetrômetro de impacto quanto à resistência à penetração. As parcelas ficaram assim distribuídas:

1- Na área do Colégio Agrícola:

1.1- Parcelas de café com princípios agroecológicos (1 ha):

P1 – Vegetação espontânea nas entrelinhas, sem uso de leguminosas (predominância de *Brachiaria decumbens*);

P2 – Cultivo de feijão guandu consorciado com mucuna anã nas entrelinhas (três fileiras alternadas de cada cultivar);

P3 – Cultivo de feijão guandu nas entrelinhas (seis fileiras);

P4 – Plantio de bananeiras e cultivo de feijão de porco nas entrelinhas dos cafeeiros (uma fileira de bananeiras no centro e quatro de feijão de porco).

1.2- Parcela de café com princípios convencionais:

P5 - Manejo convencional;

1.3- Parcela de mata nativa:

P6 – Fragmento de mata nativa.

1.4- Parcela de pastagem:

PP- Área de pastagem (próxima às parcelas de princípios agroecológicos);

2- Instalado fora do Colégio Agrícola:

2.1- Parcela de café com princípios convencionais:

P7 - propriedade de um produtor parceiro, no município de Avanhadava/SP.

2.2- Parcela de café em sistema orgânico de produção:

P8 – convertido para orgânico em 2001, no município de Garça/SP.

Na Figura 8 está assinalado o perímetro que representa a área do Colégio Agrícola e a localização interna dos setores.

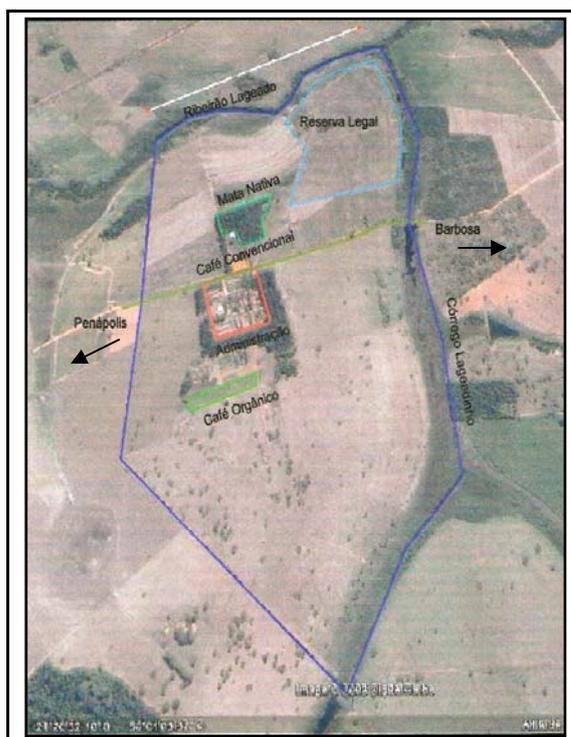


Figura 8 – Representação da área do Colégio Agrícola de Penápolis.
Fonte: Adaptado do Google Earth.

3.2.1 Descrição do experimento

A área de um hectare implantada com princípios agroecológicos foi planejada com dez linhas de plantas dispostas no sentido longitudinal de um terreno de 250 metros de comprimento por 40 metros de largura e o plantio ocorreu em abril/06, com a variedade *Cofea arábica*, cultivar Obatã, com espaçamento de quatro metros entre linhas e oitenta centímetros entre plantas, com uma planta por cova, constituindo uma população total de três mil e cento e vinte e cinco cafeeiros.

A princípio era uma parcela única e descrita nesse trabalho como Parcela (P1 a P4) até o final do ano de 2006, quando então foi dividida em

quatro parcelas (tratamentos) de 2500 m² cada uma e definidas como P1, P2, P3 e P4, sendo que em três delas cultivaram-se espécies leguminosas nas entrelinhas dos cafeeiros, com diferentes arranjos de plantas e, em uma delas apenas a vegetação espontânea, utilizando-se um sorteio para que ocorresse uma disposição aleatória de cada tratamento dentro da gleba.

A cultura do café com princípios agroecológicos foi instalada após o preparo do solo em uma área de pastagem degradada, envolvendo subsolagem, gradagem e aplicação de duas toneladas por hectare de calcário dolomítico para a correção do pH, em outubro/04, segundo análise química do solo e recomendação baseada no Boletim 100 (IAC).

Depois da correção do solo foi realizado um ciclo de plantio de “feijão Guandu” (*Cajanus cajan* L.), com as sementes distribuídas a lanço em área total e incorporado com uma roçada na fase de florescimento da cultura. Em seguida procedeu-se o sulcamento com trinta centímetros de profundidade e espaçamento de quatro metros entre sulcos, onde se aplicou uma adubação de dez quilos de composto acrescido de duzentos gramas de calcário dolomítico e cinquenta gramas de termofosfato, por metro de sulco e realizado um revolvimento com enxada, em dezembro/05.

O plantio do café ocorreu com atraso pela disponibilidade das mudas, no início de abril/06, sendo que foram produzidas no Colégio Agrícola de Garça, outra unidade de ensino do Centro Paula Souza, onde se mantém um viveiro pela Cooperativa-Escola (Figura 9).



Figura 9 - Fotos 1 e 2 - Preparo dos sulcos (capina) e plantio das mudas de café pelos alunos do Colégio Agrícola.

Fonte: Fotos do local.

Para a produção das mudas, as sementes foram colocadas direto nos tubetes de PVC com dimensões de 15 cm de altura e 3 cm de diâmetro, e o manejo destas seguiu as orientações de um modelo alternativo de produção, sem utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos de alta solubilidade, e ao serem transplantadas para o solo apresentavam boa aparência e vigor, com cinco pares de folhas definitivas.

Para o plantio das mudas utilizou-se um pedaço de madeira em forma de “xuxo”, com as dimensões do tubete para abrir um buraco no solo do sulco, o que facilitou a disposição da cultura no alinhamento anteriormente definido.

As atividades de implantação dessa cultura foram realizadas com a participação exclusiva dos alunos do Colégio Agrícola e, os insumos na medida do possível são de origem local, como todo o composto utilizado, a produção do super-magro (ABREU JÚNIOR, 1998), (Anexo 1) e da calda bordalesa.

O plantio de leguminosas nas entrelinhas dos cafeeiros ocorreu em janeiro/07, com diferentes arranjos para cada parcela e a colheita de sementes e incorporação dessas plantas ocorreu em maio/07, com uma poda a uma altura aproximada de meio metro para rebrota e maior proteção da lavoura e, uma segunda colheita e incorporação em setembro/07, com roçada baixa das plantas utilizando-se uma roçadeira de tração mecânica.

Em cada parcela foi delimitada, para efeito de amostragens e coleta de dados, uma área correspondente à quantidade de cem plantas, distribuídas em duas linhas de cinquenta plantas cada uma (parcela útil) e considerou-se o restante como área de bordadura, valendo essa disposição para as parcelas P1, P2, P3, e P4, conforme assinalado na Figura 10.

Não se respeitou um alinhamento na disposição das parcelas úteis, utilizadas para as amostragens, pelo fato de se evitar possíveis interferências nos resultados, devido à observação de plantas desuniformes, relacionadas provavelmente com o uso anterior do solo, ou seja, um antigo caminho de acesso à outra área que passava em sentido diagonal da gleba cultivada com café.

plantas na gleba, sendo que para efeito de estudos foram considerados também uma área com cem plantas, respeitando-se o restante como bordadura.

A Parcela 8 (P8), localiza-se no município de Garça/SP e constou de uma área de cafeeiros mais antigos que passou pelo processo de conversão para orgânico no ano de dois mil e um, portando já apresentando características de estabilidade e resiliência que fortalecem a sustentabilidade daquele agrossistema. Os dados foram coletados nessa parcela também em uma área útil definida de cem plantas e considerando o restante como bordaduras. Essa lavoura possui certificação do IBD (Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento) e os resultados das análises colhidas serviram como parâmetros nas comparações com as outras, para efeito de evolução dos fatores que demonstrem a melhoria do solo, das plantas e do sistema como um todo, servindo como dados de referência para os indicadores, entretanto, sem considerar possíveis variações pelas diferentes características geográficas de altitude, clima e solo do local.

Os diferentes tratamentos foram utilizados com o intuito de se avaliar comparativamente o manejo com princípios da agroecologia e o convencional na implantação da cultura do café, tendo com referências os dados da mata nativa e de um cafezal orgânico, e estabelecer indicadores que possam auxiliar nas comparações dos aspectos nutricionais e sanitários das plantas, densidade e fertilidade do solo, além da diversidade biológica, para o estudo da viabilidade desse sistema na região de Penápolis.

Foram considerados vários indicadores, como: a fertilidade do solo e sua evolução, comparadas através de análises químicas de compactação do solo, com a utilização de um penetrômetro de impacto para a coleta dos dados; as enzimas do solo (biomassa microbiana, polissacarídeos e desidrogenase) analisadas em épocas diferentes; o desenvolvimento da cultura, incluindo comparações entre as diversas parcelas de mesma idade quanto à altura das plantas, perímetro do caule e número de ramos; a fitossanidade, considerando aspectos nutricionais e sanitários, como os sintomas de ataque de pragas e doenças, principalmente de bicho-mineiro e

cercosporiose e a diversidade biológica, que também foi avaliada no sentido de se verificar a quantidade de diferentes insetos na superfície do solo.

Tabela 11 - Cronograma das principais atividades desenvolvidas na área das parcelas com princípios agroecológicos e convencional.

PRINCIPAIS ATIVIDADES REALIZADAS NAS PARCELAS P1, P2, P3, e P4.							
Análise do solo	Aplicação de calcário dolomítico na área do experimento (2 ton/ha)	Subsolagem/gradagem para plantio guandu na área do experimento	Sulcamento para o plantio do café; ad. Sulco plantio (20 l. composto + 100 g. yorim/m)				
Out./04	Fev./05	Mar./05		Setembro – Out./05			
capina nos sulcos para o plantio das mudas de café	Plantio do café; aplicação calda bordales a (1%)	Capina/roçada nas entrelinhas	Aplicação de calda sulfocálica (2,5%)	Aplicação de supermagro (2,5%)	Roçada nas entrelinhas	Capina nas linhas; aplicação de composto (5kg/pl)	Grd.Nivelado ra/Parcelas P1,P2,P3; aplicação de supermagro (2,5%)
Fev./06	Abr./06	Mai./06	Ago./06	Set./06	Out./06	Nov./06	Dez./06
Plantio de bananeiras e leguminosas	Aplicação de calda sulfocálica; colheita das mucunas; poda do feijão porco; aplicação de supermagro	Aplicação de cinza de madeira (300 g/pé)	Aplicação de calcário; colheita da semente de Guandu	Colheita de feijão porco; capina nas linhas	Aplicação de gesso e supermagro; roçada nas linhas	Aplicação de calda sulfocálica (2,5%) e composto (5kg/pl)	Capina e roçada nas linhas e aplicação de supermagro (2,5%)
Jan./Fev/07	Mai./07	Jun./07	Jul./07	Ago./07	Set./07	Out./07	Nov./07
PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ÁREA DA PARCELA P5							
Aplicação de calcário dolomítico (2 ton/ha);	Subsolagem e gradagem;	Sulcamento para o plantio do café; adubação: 10 litros esterco curral; 200g S.S.; 50g. KCl por metro de sulco.			Capina nos sulcos para o plantio das mudas de café;		
Jan./05	Fev./06	Março/06		Abril/06			
Capina/roçada nas entrelinhas; Plantio das mudas;	Aplicação de Glifosato nas linhas e gradagem nas entrelinhas;	Aplicação de nitrogênio (10g/planta);	Gradagem nas entrelinhas; Capina nas linhas;	Capina nas linhas; roçada nas entrelinhas	Capina nas linhas; aplicação de adubo nitrogenado (10 g/pl de N);	Gradagem nas entrelinhas; aplicação de adubo (18-5-24 (20g/planta);	
Mai./06	Ago./06	Set./06	Out./06	Nov./06	Dez./06		
Capina nas linhas; roçada nas entrelinhas; Aplicação de nitrogênio (10g/planta);	Aplicação de Glifosato 1% nas linhas e gradagem nas entrelinhas;	Aplicação de nitrogênio (10g/planta);	Aplicação de Deltaptrios/pbico mineiro	Capina nas linhas; roçada nas entrelinhas	Aplicação de Glifosato 1% nas linhas e gradagem nas entrelinhas;	Aplicação de adubo (18-5-24 (20g/planta);	
Fev./07	Março/07	Abril/07	Mai./07	Junho/07	Set./07	Nov./07	

Fonte: Dados registrados durante o experimento.

O manejo das principais atividades nas glebas do café implantado com princípios agroecológicos e convencional foram realizados conforme o cronograma apresentado na Tabela 11.

Para o indicador sócio-econômico foi aplicado um questionário para uma parcela de 20% dos agricultores familiares que cultivam café na região de Penápolis, visando auxiliar no diagnóstico de indicadores que possam sinalizar para possíveis tendências dos produtores rurais quanto à adoção de práticas de produção com vertentes agroecológicas, assim como para levantar dados sobre outras relações sócio-ambientais.

3.3 Descrição dos indicadores avaliados

Os indicadores definidos para esse trabalho foram elencados visando possibilitar o acompanhamento da evolução da cultura implantada nos diferentes tratamentos e que fornecessem informações com um bom grau de confiabilidade, além de permitir extrapolar os dados obtidos de forma a serem compreensível aos agricultores.

Conforme alguns autores (ALTIERI, 2002; ALTIERI; NICHOLLS, 2002; FERRAZ, 2003a; FERRAZ, 2003b; PESSOA et al, 2003; VIVAN e FLORIANI, 2004; FERRAZ et al, 2004; FERREIRA, 2005;), a sustentabilidade dos agroecossistemas deve ser uma preocupação constante em cultivos alternativos, tanto para técnicos como para os agricultores. Os indicadores devem possuir características de fácil mensuração, de aplicabilidade, de adaptabilidade, de baixo custo e acessível à população local para que possam participar de suas medições e análises, que sejam sensíveis às mudanças indicando tendências e representem os padrões ecológicos, econômicos e sociais de sustentabilidade, além de permitir o cruzamento com outros indicadores.

3.3.1 Fertilidade do solo: análise química

As amostras na área da parcela destinada ao Plantio orgânico (PO) no colégio Agrícola de Penápolis, antes da divisão dessa área em quatro parcelas

distintas (P1, P2, P3 e P4) foram coletadas nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 centímetros, analisadas antes da implantação da cultura do Guandu e do café em outubro/04, que demonstrou um nível de fertilidade de uma pastagem degradada onde foi implantado o projeto e orientou a recomendação para a adubação de plantio.

Depois foram realizadas amostragens das parcelas PO e da P5 em agosto e dezembro de dois mil e seis, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 centímetros e, em todas as parcelas, já com divisão da PO em P1, P2, P3 e P4, em março, agosto e novembro de dois mil e sete, com profundidade de 0 a 20 centímetros em todas elas e, de 20 a 40 centímetros realizados em agosto/07.

As amostras foram coletadas com o auxílio de uma sonda de aço inox, modelo SONDA TERRA-BRAVIFER, respeitando-se as áreas de bordadura em cada parcela do experimento. Para cada parcela ou tratamento diferente coletaram-se dez sub-amostras a uma mesma profundidade, mantendo-se uma proporcionalidade no número de pontos de coleta pelo espaçamento, entre as plantas de cafeeiros e as entrelinhas, para a formação de uma amostra composta.

Na área do fragmento da mata nativa definiu-se uma extensão compatível com a representada pelas parcelas consideradas (aproximadamente 0,25 hectares) e, em todas as coletas foram respeitadas essas delimitações. Nas duas últimas coletas (ago./07 e nov./07) retiraram-se amostras do solo, também nas profundidades de 20 a 40 centímetros das parcelas P1 à P4 (uma só amostra para as quatro parcelas), sendo que da primeira vez para verificação de uma possível necessidade de correção de alumínio tóxico e da segunda vez para a constatação da correção depois de aplicado 500 kg/ha de gesso. Nas parcelas P5 e P7 também se retiraram amostras nessas profundidades, para a mesma finalidade.

Essas análises foram realizadas pelo Laboratório de Análises Químicas da ETEC Eng^o Herval Bellusci de Adamantina (out/04), Laboratório da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, de Pompéia/SP (2006) e pelo Laboratório de Análise de Solo e Planta da UFSCar- Campus de Araras (2007).

3.3.2 Compactação do solo

A análise e avaliação da compactação do solo nas diversas parcelas utilizadas nesse trabalho foram baseadas em dados obtidos nas amostragens com a utilização de um penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF. Após a tabulação dos dados, construiu-se um gráfico, relacionando o número de impactos/dm com a profundidade analisada. A Figura 11 dá uma idéia do perfil amostrado e a representação gráfica dos dados do aparelho.

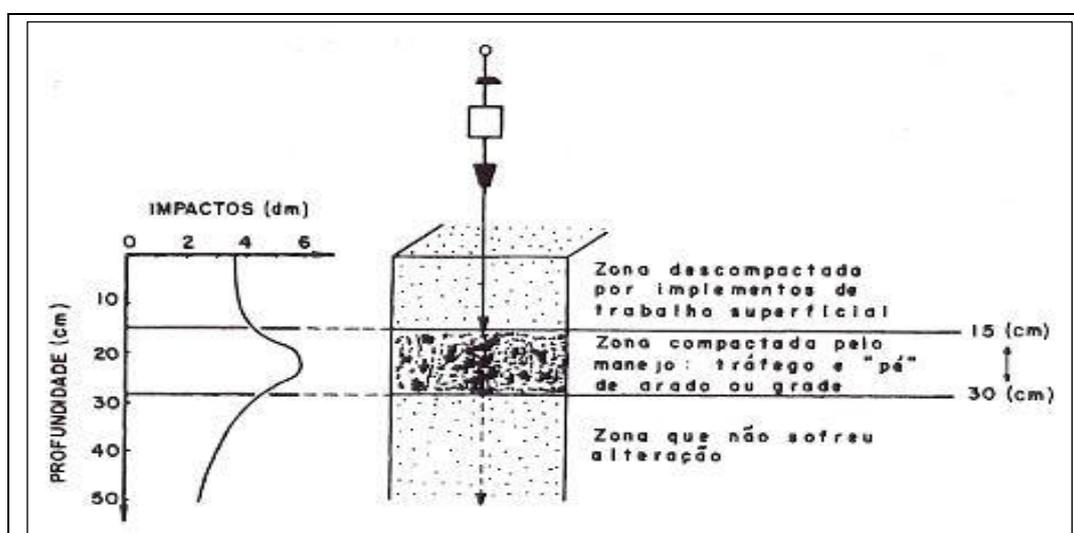


Figura 11 - Representação gráfica dos dados do penetrômetro de impacto e correspondente perfil amostrado.

Fonte: STOLF, 1987.

As amostragens com o penetrômetro de impacto foram realizadas em três épocas diferentes, em março, agosto e dezembro de 2007, com a finalidade de visualizar uma possível evolução na descompactação natural, considerando-se as parcelas com manejo orgânico em relação às de manejo convencional, tendo como referência também, uma área de pastagem degradada representativa da situação antes do plantio das parcelas com café orgânico, uma área de mata natural e uma de café orgânico no município de Garça; estas duas últimas como referências de solos considerados de boa estrutura física.

Para esse parâmetro os dados foram coletados com a utilização do penetrômetro em dez pontos aleatórios em cada parcela, procurando uma

proporcionalidade na distribuição das amostragens entre as linhas e entrelinhas no caso das parcelas com café.

Dos dados coletados foram determinadas as médias dos dez pontos por parcela, da resistência à penetração (RP), apresentados como número de impactos/decímetro e transformados em força por unidade de área, ou seja, kgf/cm^2 (Kilogramaforça/centímetros quadrados). Para essa transformação foi realizada uma calibração do penetrômetro segundo Stolf (1987), utilizando-se a fórmula $RP = 5,8 + 6,89 N$, em que RP é a resistência do solo à penetração em kgf/cm^2 , sendo posteriormente transformado em MPa (Megapascal; multiplicando-se RP pelo fator 0,0980665) e N é o número de impactos/decímetros.

A fim de mensurar a compactação, obteve-se a curva de resistência do solo com o penetrômetro de impacto, calculados para cada dois centímetros até a profundidade de sessenta centímetros, e os resultados são apresentados em tabelas e gráficos (STOLF; FAGANELLO, 1983).

3.3.3 Enzimas do solo

Nesse estudo sobre as enzimas do solo, incluímos análise da desidrogenase, polissacarídeos e da biomassa em carbono e, para isso, foram coletadas amostras do solo com profundidade de 0 a 20 centímetros.

As amostras simples foram coletadas em dez pontos e peneiradas em campo em peneira com malha de 2 mm de diâmetro e misturadas, para constituírem uma única amostra composta por parcela, totalizando quatro repetições por tratamento, durante o ano de 2007, nos meses de março, julho e dezembro. Dessa forma, foram totalizados oito conjuntos de amostras, constituindo oito tratamentos, sendo quatro deles referentes aos solos sob café orgânico, um com café convencional e uma área de mata natural, todos esses no Colégio Agrícola; um tratamento com café convencional em Avanhadava e um com café orgânico em Garça.

As amostras foram etiquetadas e acondicionadas em sacos plásticos e mantidas resfriadas, com temperatura em torno de 4°C até o

momento da análise no Laboratório de Microbiologia Ambiental (LMA), da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna/SP.

3.3.4 Desenvolvimento da cultura e aspectos fitossanitários

Os indicadores utilizados foram a altura, perímetros dos caules e número de ramos por planta, por serem de mais fácil observação, mensuração e comparação entre as parcelas de mesma idade e com diferentes tratamentos. Também foram observados e registrados dados sobre o desenvolvimento do sistema radicular e problemas de seca de ponteiros, e os sintomas de ataque do bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e cercosporiose (*Cercospora coffeicola*).

Os levantamentos para aspectos de altura das plantas, perímetro do caule e número de ramos foram realizados nos meses de março, agosto e dezembro de 2007, com a aferição desses itens em dez plantas escolhidas aleatoriamente por parcela.

A observação e levantamento da seca de ponteiros foram realizados no mês de julho/agosto/07, quando foi observada uma maior incidência dos sintomas, sendo então contadas todas as plantas afetadas dentro da área útil de coleta de dados em cada parcela de café com princípios agroecológicos e do convencional para determinar a proporção de plantas afetadas. Após esse evento e na busca de respostas aos sintomas surgidos, também se abriu uma trincheira ao lado de uma planta afetada pela seca de ponteiros e outra em uma planta não afetada, para observação do sistema radicular, no mês de setembro/07.

Outros aspectos sanitários foram analisados para a obtenção de mais dados que possam contribuir para uma análise mais detalhada na comparação entre os diferentes sistemas de produção. Esse levantamento ocorreu no mês de janeiro/08 e agosto/08, pela contagem do número de folhas atacadas em cada parcela. Foram contadas as minas totais e minas com larvas vivas de cinco ramos no terço médio de vinte plantas escolhidas aleatoriamente

por parcela, no terceiro ou quarto par de folhas, num total de duzentas folhas observadas por parcela.

Outro levantamento de ataque do bicho mineiro foi realizado em agosto/08, com os mesmos critérios do anterior, para verificar a evolução do da praga em uma época mais seca e mais propícia ao seu desenvolvimento.

3.3.5 Entomofauna

Para efeito da verificação da população de insetos de solo, fauna epígea, foi instalada armadilhas tipo Pitfall (AQUINO, 2001), composta de frascos plásticos num total de cinco em cada parcela, utilizando-se garrafas descartáveis com diâmetro de 10 centímetros, cortadas ao meio (Figura 12).

Foram adicionados aproximadamente 200 ml de água e glicerina dentro dos frascos que foram enterrados de forma que suas bordas ficassem ao nível do solo, e distribuídos aleatoriamente, dentro da área útil de pesquisa de cada parcela, nas linhas dos cafeeiros e dentro da mata, funcionando como armadilhas.



Figura 12 – Foto da armadilha tipo Pitfall, para insetos da superfície do solo.

Fonte: Foto do experimento.

Os frascos permaneceram instalados durante três dias consecutivos antes de serem recolhidos e, este procedimento foi repetido duas vezes durante o mês de janeiro de 2008. Os insetos coletados foram contados

e classificados por classe, gênero e espécies, armazenados em frascos com álcool 70% e identificados de acordo com as parcelas respectivas.

3.3.6 Custos de implantação

A análise dos custos de implantação foi realizada comparando-se os dados de custos de instalação por hectare das parcelas de café orgânico na Escola Técnica (P1, P2, P3 e P4) com os custos da instalação em área correspondente, porém com café convencional na propriedade de um produtor parceiro no município de Avanhandava e correspondente à Parcela 7 (P7). Foram consideradas as atividades efetuadas e agrupadas conforme as características em: análise do solo, correção do solo, manejo do solo, manejo da fertilidade do solo, manejo da cobertura do solo e manejo fitossanitário.

Nas áreas das parcelas de café orgânico todas as atividades foram desenvolvidas sem utilização de produtos químicos e com uso de implementos mecanizados no preparo do solo para a instalação da cultura, aplicação de compostos orgânicos, plantio e manejo de leguminosas nas entrelinhas.

Na área da parcela de café convencional o produtor utilizou fertilizantes químicos e orgânicos para a adubação, e agrotóxicos para o controle de invasoras pragas e doenças.

3.3.7 Aspectos socioeconômicos

Este trabalho parte da premissa da identificação e caracterização das propriedades familiares da região e na perspectiva do resgate do conhecimento e tradição dos cafeicultores, além da construção coletiva do conhecimento a partir da ação dos diferentes atores sociais. Assim, salienta-se a importância do trabalho interdisciplinar como forma de congregar os diferentes saberes, permitindo a interação com o agricultor no processo, incidindo na apropriação dos resultados por parte de todos os envolvidos, a

partir dos princípios fundamentais de trocas de experiências durante os encontros e visitas realizados.

Para o levantamento dos aspectos socioeconômicos foram realizadas visitas aos produtores de café da região e a aplicação de um questionário visando obter informações sobre o interesse dos mesmos sobre a cultura do café. Definiram-se uma parcela de vinte por cento dos cafeicultores familiares inseridos na área total do projeto, com o objetivo de coleta de dados e informações quanto aos aspectos de posse e usos da terra, diversidade de produção, sistemas de produção, tecnologias utilizadas, relações sócio-econômicas, nível de instrução, tipo de mão-de-obra e outros (Apêndice 1).

A área de estudo, foi delimitada em um raio de 25 km ao redor da plantação orgânica de café na Escola Técnica, resultando em 196.350 hectares, com a maior parte localizada no município de Penápolis, além dos municípios de Avanhandava, Barbosa e Glicério.

Os dados primários sobre os municípios envolvidos foram obtidos a partir do Levantamento Cadastral das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), realizado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

Conforme a Tabela 12, constatamos que o número de Unidades Produtivas Agropecuárias (UPAs) com até 50 ha no município de Penápolis é de 879 unidades, constituindo assim 73,93% do total das propriedades, com área de 16.607,00 ha, sendo 25,76% do total da área do município.

Tabela 12 – Número, área e % de Unidades Produtivas Agropecuárias (UPAs) totais e de até 50 hectares nos municípios de Penápolis, Avanhandava, Glicério e Barbosa.

MUNICÍPIO	UPAs Totais		UPAs até 50 ha			
	Nº	Área (ha)	Nº	%	Área	% da área
Penápolis	1.189	64.470,30	879	73,93	16.609,00	25,76
Avanhandava	314	32.976,90	182	57,96	4.135,60	12,54
Glicério	390	22.812,40	273	70,00	5.252,70	23,02
Barbosa	251	19.366,70	181	72,11	3.426,70	17,70
TOTAL	2.144	139.626,30	1.515	-----	29.424,00	-----
PROPORÇÃO TOTAL			70,66		21,07	

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Resumo de UPAs do Município (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2006).

O número de propriedades até 50 ha na região representa 70,66% do total e constituem apenas 21,07% da área total dos municípios.

Na área em estudo, levantou-se o total de propriedades com cafeicultura e, constatou-se um total de 103 propriedades com áreas de até 50 hectares e que produzem café, somando uma área total de cafeicultura, de aproximadamente trezentos e quinze hectares, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Número de UPAs com cultivo de café nos municípios de Penápolis, Avanhandava, Glicério e Barbosa.

MUNICÍPIO	UPAs Totais com café		UPAs até 50 Ha com café			
	Nº.	Área com café (Ha)	Nº.	%	Área com café (Ha)	%
PENÁPOLIS	174	470,02	88	50,57	237,70	50,57
AVANHANDAVA	28	124,80	5	17,86	22,30	17,87
GLICÉRIO	54	296,50	10	18,52	54,90	18,52
BARBOSA	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00
TOTAL	256	891,32	103	40,23	314,90	35,33
Área de pesquisa (20%)	-	-	20	0,00	62,98	0,00

Fonte: Adaptado de Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Resumo de UPAs do Município (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2006).

Nessa região também foi aplicado um questionário para 20% dos cafeicultores, constituindo então um total de vinte e um pesquisados, distribuídos nas seguintes proporções: no município de Penápolis, que compõe a maior parte da área do projeto e onde se encontra uma quantidade maior de propriedades produtoras de café foram entrevistados nove proprietários, em Avanhandava oito e, em Glicério quatro. No município de Barbosa não consta nenhuma propriedade com cultivo de café, conforme informações dos Técnicos da CATI (Casa da Agricultura do município de Barbosa).

3.4 Procedimentos estatísticos

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2000). Foram aplicadas às variáveis de qualidade do solo, ou seja, para as análises químicas e de enzimas. Foram realizadas as

análises de variância e aplicado o teste Tukey a 5 % para as variáveis que apresentaram efeito de tratamento significativo.

As fontes de variação consideradas na análise de variância foi o manejo orgânico, o convencional e a fertilidade natural do solo caracterizada pela mata nativa, sem levar em consideração outros fatores interferentes como o tipo de solo, relevo, altitude e temperatura do ar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são aqui apresentados e discutidos assim como as alternativas de soluções para os problemas enfrentados, utilizando-se princípios da agroecologia, e que servirão para desencadear outros estudos do assunto para a região, e despertar uma maior conscientização dos agricultores, que levem a mudança de atitudes e de iniciativas de organização que conduzam às formas associativas de convivência e que resultem em interesse na implantação de sistemas alternativos de produção cafeeira.

Os resultados encontrados neste curto espaço de tempo, necessitam de mais estudos e pesquisas, para verificar ao longo do tempo a tendência observada.

4.1 Análises químicas

Objetivando-se relacionar as alterações nas características químicas do solo cultivado com café em moldes agroecológicos e convencional, em comparação ao fragmento de mata nativa (P6) e uma cultura de café orgânico (P8), foi realizado a análise do solo para avaliação da fertilidade em todos os tratamentos em diversas épocas.

Na análise dos macronutrientes do solo das amostras coletadas durante o desenvolvimento do experimento (Anexo 3) foram considerados

alguns indicadores químicos que demonstrem o nível de fertilidade e qualidade do solo, como o pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC e V%, em diferentes épocas.

Construiu-se um gráfico, para uma simples comparação dos níveis de fertilidade do solo antes da implantação da cultura do café em moldes agroecológicos (em outubro de 2004 - Parcela PO – futuro plantio orgânico), com os níveis de fertilidade das parcelas cultivadas subsequente em novembro de 2007 (Figura 13).

A linha em azul escuro (P8) representa os níveis de fertilidade referentes à parcela com cultivo de café orgânico no município de Garça, convertido há seis anos, a qual serve como parâmetro para comparação com as parcelas implantadas em abril de dois mil e seis (P1, P2, P3 e P4), no Colégio Agrícola de Penápolis.

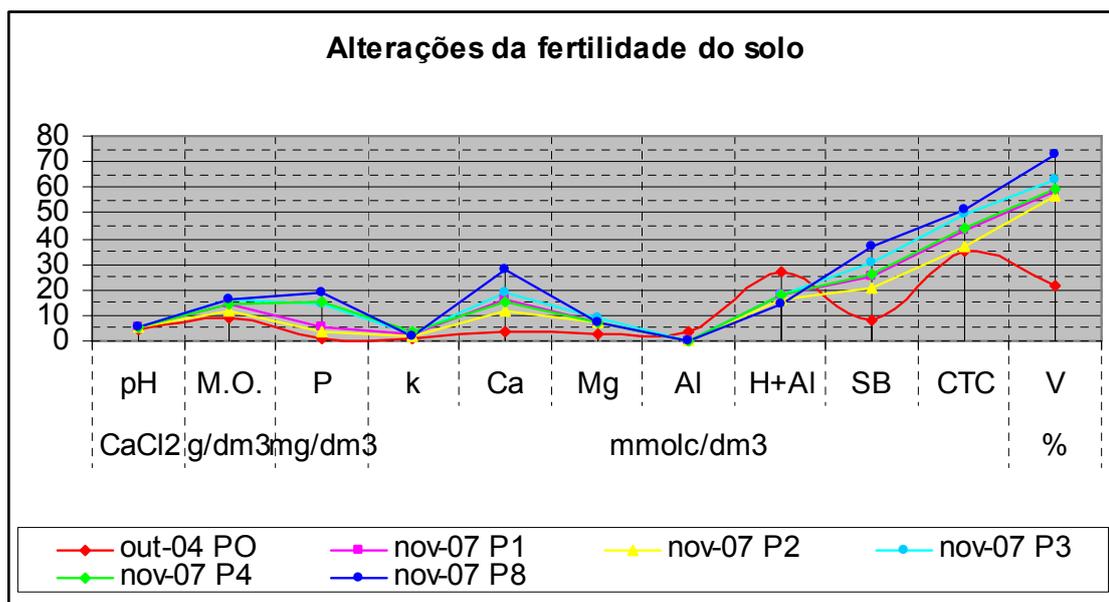


Figura 13 – Gráfico da variação transversal e longitudinal da fertilidade do solo.

Fonte: Análises das amostras coletadas no experimento.

PO - Parcela com café orgânico correspondente às parcelas P1, P2, P3 e P4 juntas;

P1 - Parcela de café orgânico e com vegetação espontânea nas entrelinhas;

P2 - Parcela de café orgânico e com plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P3 - Café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P4 - Parcela de café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P8 - Parcela com café orgânico de propriedade de um agricultor parceiro, no município de Garça, sem leguminosas nas entrelinhas.

Observamos que os níveis da Parcela P8 são mais altos em todos os parâmetros, menos em H+Al que está mais baixo que todas as parcelas e, em Al está mais baixo que a PO e a P1 e mesmo valor do que as outras parcelas de plantio orgânico e no caso do potássio estão menores do que os níveis das parcelas P1, P2 e P4.

A linha em vermelho (PO) representa o nível de fertilidade do solo de uma amostra composta realizada em outubro de 2004, antes da correção do solo com duas toneladas por hectare de calcário dolomítico, e da implantação do café nessa área. Notamos que está com um nível de fertilidade mais baixo do que todas as outras parcelas e, com teor de Al (alumínio) e H+Al (hidrogênio + alumínio) elevados.

Todas as outras parcelas representadas no gráfico estão num nível intermediário entre as parcelas PO e a P8, indicando que após a implantação do café orgânico e, com os manejos adotados houve uma tendência de melhoria dos níveis de fertilidade do solo.

Observando-se as alterações da fertilidade do solo, conforme os níveis de matéria orgânica (M.O.), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação em bases (V%) e soma de bases (SB), percebemos a melhoria na quantidade de matéria orgânica das parcelas de cultivo agroecológico, destacando-se em novembro/07, época em que já fora incorporado as leguminosas das entrelinhas, com uma roçada, notando-se que a parcela P3, com utilização de apenas guandu nas entrelinhas dos cafeeiros, aumentou para um teor igual à parcela P8.

A análise de amostras retiradas na profundidade de 20 – 40 centímetros servem para diagnosticar possíveis condições desfavoráveis ao desenvolvimento radicular, principalmente de culturas menos tolerantes à acidez. Essas condições são destacadas por: (cálcio) $\text{Ca}^{2+} < 4 \text{ mmol/dm}^3$ e $\text{Al}^{3+} > 5 \text{ mmol/dm}^3$, associados com saturação por alumínio (m) $> 40\%$ (RAIJ et al, 1996).

O teor de Al, que em out./04 eram de 4 e 6 mmol/dm^3 (milimol/décimetro cúbico), respectivamente, aos 20 e 40 centímetros de profundidade (Anexo 3), em nov./07 apresentam-se quase nulos nas diferentes

profundidades. Ressaltamos que foram aplicados 500 Kg/ha de gesso agrícola nas parcelas P1, P2, P3, e P4, em setembro/07, para correção dessa toxidez, considerada baixa de acordo com Rajj (1996) e para a melhoria dos teores de Ca e S (cálcio e enxofre) nas profundidades de 20 a 40 centímetros, visando sanar problemas de morte de ponteiros das plantas e pouca profundidade do sistema radicular constatados nos cafeeiros das parcelas P1 à P4 (Figura 35a e 35b).

Outros parâmetros das alterações da fertilidade do solo (M.O., CTC, V% e SB) foram observados (Figura 14) entre os resultados das diferentes parcelas, em comparação com o início da implantação do café, com o café convencional, a área de mata nativa e o café orgânico convertido a mais tempo e, entre as parcelas numa mesma data (no ano de 2007).

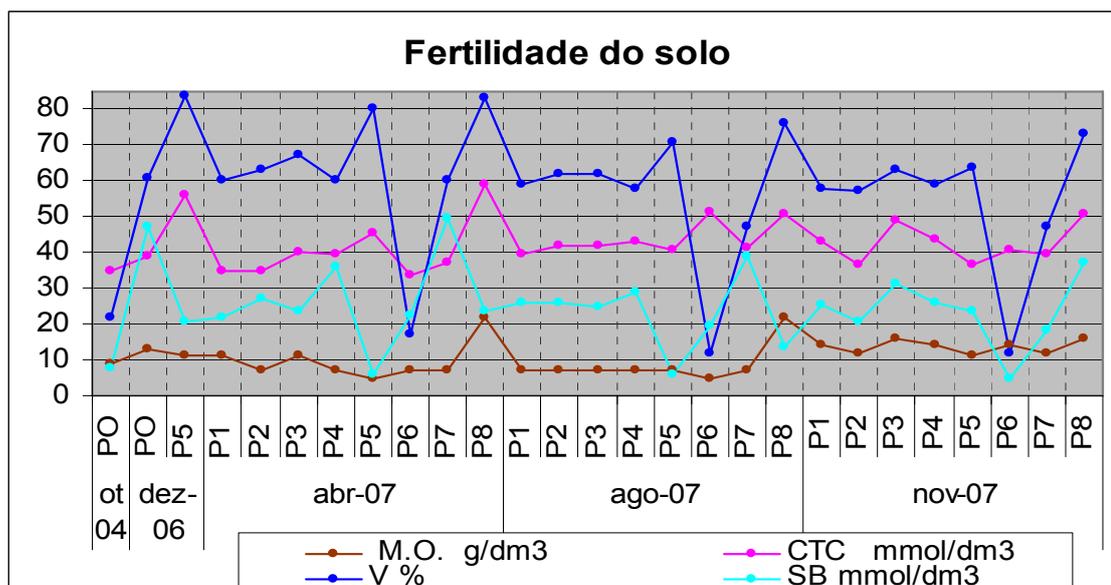


Figura 14 – Gráfico das alterações da fertilidade do solo (M.O., CTC, SB, V%).
 P0 - Parcela com café orgânico correspondente às parcelas P1, P2, P3 e P4 juntas;
 P1 - Parcela de café orgânico e com vegetação espontânea nas entrelinhas;
 P2 - Parcela de café orgânico e com plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas, durante o ano de 2007;
 P3 - Café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas, durante o ano de 2007;
 P4 - Parcela de café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas, durante o ano de 2007;
 P5 – Parcela com café convencional, na área do Colégio Agrícola;
 P6 – Parcela de mata nativa, na área do Colégio Agrícola;
 P7 – Parcela com café convencional, de um produtor parceiro em Avanhandava;
 P8 - Parcela com café orgânico de propriedade de um agricultor parceiro, no município de Garça, sem leguminosas nas entrelinhas.

A matéria orgânica das parcelas P1, P2, P3 e P4, que no início eram representadas pela parcela PO, teve o teor aumentado no final do experimento em nov./07, porém, aparentemente não houve diferença significativa entre os tratamentos com os diferentes arranjos de leguminosas nas entrelinhas e sem a utilização de leguminosas.

A parcela P3, com a utilização de apenas guandu nas entrelinhas foi a que mais se destacou, igualando nessa data com a parcela P8, de cultivo orgânico no município de Garça/SP e ficou acima do nível da parcela P6, correspondente ao fragmento da mata nativa e das parcelas de cultivo convencional no Colégio Agrícola e a do produtor parceiro, respectivamente as parcelas P5 e P7.

A soma de bases, que representa a quantidade de cátions existentes no solo e que as plantas necessitam para a sua nutrição, referentes às parcelas P1 à P4 em nov./07 aumentou em relação à análise realizada antes da implantação do experimento (PO, out./04), porém no ano da implantação do experimento (2006), observamos que o teor foi maior em dezembro/06, provavelmente pela adubação de plantio ocorrida nesse ano.

Nesse sentido, as parcelas correspondentes ao café convencional implantado no Colégio Agrícola de Penápolis (P5) e a área de mata nativa (P6), apresentaram nível baixo de SB e, na parcela de café convencional do produtor parceiro (P7) o nível foi mais elevado em abril e agosto e menos em nov./07. A parcela de café orgânico de Garça (P8) apresentou níveis mais elevados no final (nov./07).

A CTC analisada nas diversas amostragens nos revelou um aumento progressivo nas parcelas de cultivo orgânico em relação a 2004, destacando-se a parcela P3, que foi cultivado guandu nas entrelinhas, ficando próximo aos valores da parcela P8, convertida para cultivo orgânico há mais tempo.

Quanto à saturação em bases houve também aumento aparentemente significativo nas parcelas cultivadas com café orgânico, em relação ao início do projeto. A parcela de cultivo orgânico em Garça (P8),

destaca-se em relação às demais e a parcela P6 (mata nativa), demonstrou baixos níveis em relação às outras, característicos da fertilidade natural do solo de cerrado e, as de cultivo convencional (P5 e P7) que no início eram superiores passaram a ter os mesmos níveis e até um pouco menor no caso da P7, em nov./07.

Levando-se em consideração os níveis dos micronutrientes, Raij et al (1996), interpreta que a análise do solo pode ser aprimorada considerando-se as diferentes espécies vegetais a ser implantada.

Nas tabelas de adubação de micronutrientes, a interpretação da análise do solo é incluída para aquelas culturas em que tem sido constatada deficiência freqüente e, considerado os limites dos teores dos micronutrientes (RAIJ et al, 1996) (Tabela 14).

Tabela 14 – Limites de interpretação dos teores de micronutrientes em solos.

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/dm ³				
Baixo	0 – 0,20	0 – 0,2	0 – 0,4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,21 – 0,60	0,3 – 0,8	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	>1,2

Fonte: RAIJ et al, 1996.

Obs: B (boro); Cu (cobre); Fe (ferro); Mn (manganês); Zn (zinco).

Os micronutrientes também foram analisados durante o ano de 2007, nas diferentes parcelas do experimento (Anexo 4) e para uma melhor visualização desses resultados os valores dos níveis de micronutrientes foram demonstrados em gráfico (Figura 15).

Observando os resultados da parcela P8 e considerando-a como parâmetro para nosso experimento, observamos que se destaca em todos os valores de micronutrientes analisados, em relação às demais parcelas; com teores acima dos níveis considerados altos, principalmente o Cobre, Manganês e Zinco (Figuras: 15b, 15d e 15e).

A mata nativa (P6), representando a fertilidade natural do solo da região, sobressaiu-se nos níveis de Ferro, com teores acima dos considerados altos, sendo que os demais micronutrientes ficaram com níveis baixos.

As parcelas correspondentes ao cultivo convencional do café (P5 e P7), mostraram-se com teores variados e diferentes em alguns nutrientes.

No caso da parcela P5, com cultivo convencional na área do Colégio Agrícola de Penápolis, os níveis de todos os micronutrientes ficaram baixos e, a parcela P7, de cultivo convencional na propriedade de um produtor parceiro, apresentou nível muito baixo de Boro e baixo em cobre e zinco e, muito alto em ferro e manganês. No caso do ferro provavelmente pela maior presença de óxido de ferro, caracterizando uma coloração mais avermelhada do solo no local.

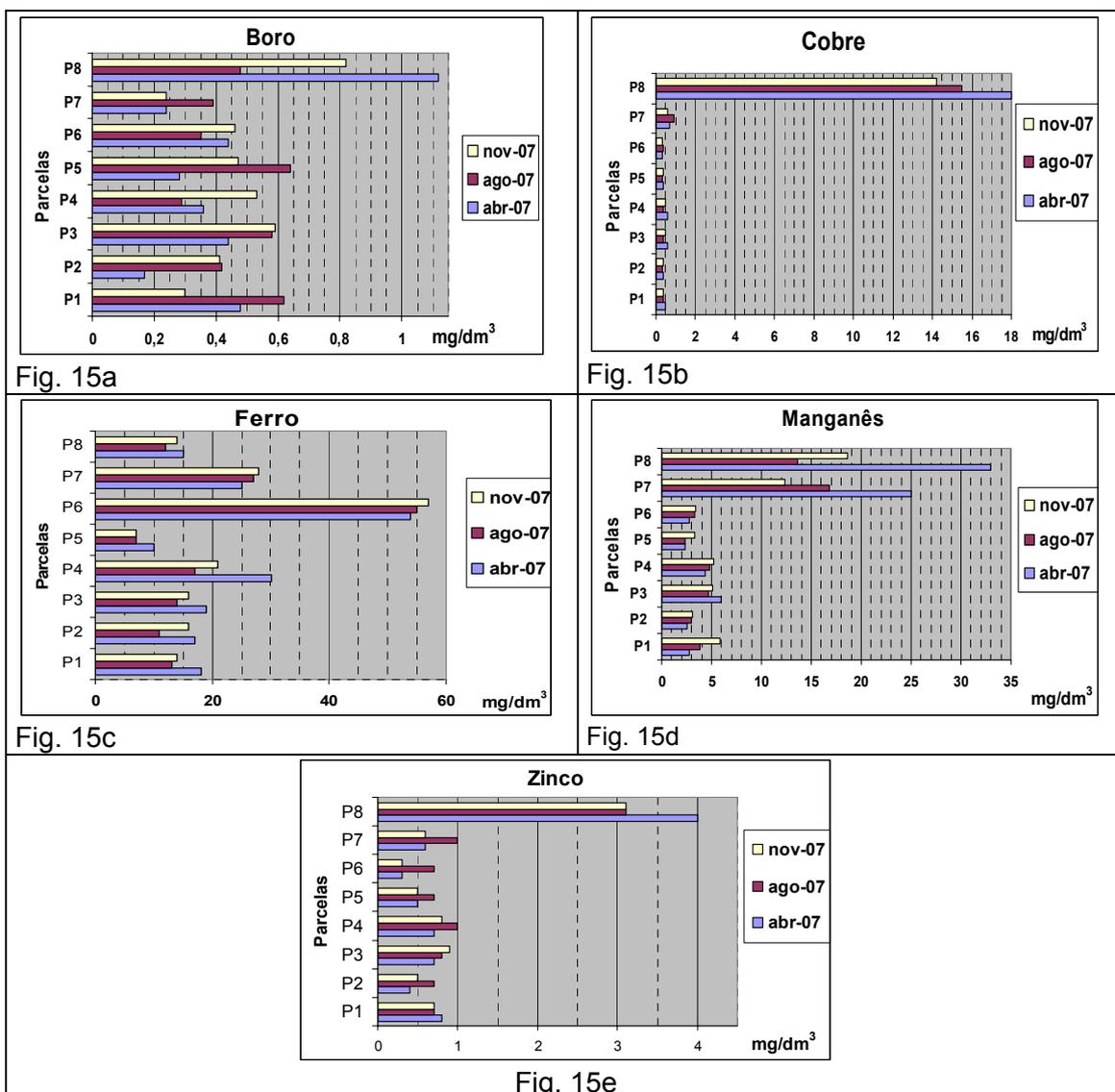


Figura 15 – Gráficos dos teores de micronutrientes do solo, durante o ano de 2007.
Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar.

As parcelas com cultivo orgânico (P1, P2, P3 e P4), mantiveram seus níveis de micro nutrientes sem variações significativas durante o período

em que ocorreram as análises. Os níveis estabeleceram-se entre os teores médios na maioria dos casos, porém destacando-se os teores de ferro que estiveram em níveis altos para todas as parcelas.

Os níveis altos de cobre na área P8 devem-se provavelmente ao uso de calda bordalesa por um período mais longo o para controle de patógenos.

A parcela P3, onde foi cultivado feijão guandu nas entrelinhas foi a que mais se destacou, em geral, com níveis mais elevados de micronutrientes do que as outras parcelas de cultivo com princípios agroecológicos, no Colégio Agrícola.

4.1.1 Análise estatística

A análise estatística dos dados da fertilidade do solo foi realizada baseada nas análises químicas nos meses de abril, agosto e novembro de 2007 e realizada uma discussão sobre a média desses três períodos (Tabela 15) e depois sobre a comparação entre os dados de cada uma das parcelas com os dados das parcelas P6 e P8, que servirão de parâmetros para a verificação da evolução da fertilidade.

Pelos dados da Tabela 15 e da Figura 16, a seguir, percebemos diferenças significativas em maior quantidade de variáveis para o tratamento referente à parcela P8, que serve de parâmetro para o experimento, pois já se cultiva café orgânico desde o ano de 2001, no município de Garça/SP. Destacam-se nesta parcela (P8) os teores de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), cálcio (Ca), a soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação em bases (V%), como as variáveis de maior diferença.

Por outro lado, a parcela P6, que representa um fragmento de mata nativa na área do Colégio Agrícola, demonstra a baixa fertilidade natural do solo da região. Devido sua origem, os teores de nutrientes são baixos, a saturação em bases é muito baixa e o Al^{+3} apresenta-se com alto teor.

As parcelas com café orgânico (P1, P2, P3, e P4), apresentam-se com níveis baixos de fósforo (P), conforme a classificação dos valores limites

definidos por Raij (1996), (Tabela 16), e níveis intermediários de fertilidade quanto aos outros elementos, mostrando tendência a uma melhora na qualidade química do solo, conforme maior tempo de manejo orgânico.

Tabela 15 – Média das análises química do solo no ano de 2007 para os diversos tratamentos.

Trat.	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³				%
P1	5,26 d	10,33bc	4,66 d	2,13de	13,00c	8,00 bc	0,40 c	16,00cd	23,13de	39,13bc	59,12d
P2	5,33cd	8,66 de	9,67 b	2,03 e	12,66c	8,33 bc	0,40 c	15,00 d	23,03de	38,03 c	60,49d
P3	5,46 c	8,66 de	11,0 b	2,63 c	16,0b	9,33 ab	0,30 c	15,66 d	27,96bc	43,63 b	64,18c
P4	5,26 d	9,33 cd	10,0 b	2,83 b	13,66c	8,33 bc	0,43 c	17,33 c	24,83cd	42,16bc	58,87d
P5	5,90 a	7,66 e	5,3 cd	2,20 d	17,3b	10,0 a	0,20 c	11,33 e	29,53 b	40,86bc	71,72b
P6	3,86 f	8,66 de	2,66 e	0,90 f	2,66 e	2,00 d	10,63a	36,33 a	5,56 f	41,90bc	13,39f
P7	4,70 e	11,33 b	6,33 c	3,33 a	11,0d	5,66 d	1,26 b	19,33 b	20,00 e	39,33bc	50,99e
P8	5,73 b	20,00 a	30,66 a	2,06de	32,00a	7,66 c	0,30 c	12,00 e	41,73 a	53,73 a	77,39a
DMS	0,14	1,49	1,49	0,14	1,49	1,49	0,45	1,49	3,13	4,63	2,43
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

P1 - Parcela de café orgânico e com vegetação espontânea nas entrelinhas;

P2 - Parcela de café orgânico e com plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P3 - Café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P4 - Parcela de café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas, durante o ano de 2007;

P5 – Parcela com café convencional, na área do Colégio Agrícola;

P6 – Parcela de mata nativa, na área do Colégio Agrícola;

P7 – Parcela com café convencional, de um produtor parceiro em Avanhandava;

P8 - Parcela com café orgânico de propriedade de um agricultor parceiro, no município de Garça, sem leguminosas nas entrelinhas.

DMS - Diferença Mínima Significativa (fornece diretamente, em porcentagem, o valor a partir do qual a diferença entre dois tratamentos é significativa).

CV% - Coeficiente de Variação (permite comparar a dispersão dos dados). A magnitude do erro experimental pode ser avaliada pelo coeficiente de variação que é a razão entre o desvio padrão e a média geral do ensaio, dado em porcentagem. Quanto menor for o erro experimental, menor será o coeficiente de variação e maior será a precisão do ensaio. Com isso, menores diferenças entre as estimativas de médias aparecerão como significativas.

A parcela P5, que representa o cultivo convencional de café na área do Colégio Agrícola, apresenta os teores de pH, Ca e Mg (potencial hidrogeniônico, cálcio e magnésio) altos devido ao manejo anterior da área.

O aumento do pH no sistema de manejo convencional do cafeeiro pode estar diretamente relacionado com algumas práticas, a saber: a calagem realizada de acordo com análise de solo, a adubação orgânica e a cobertura vegetal permanente do solo, conforme Pavan et al. (1997).

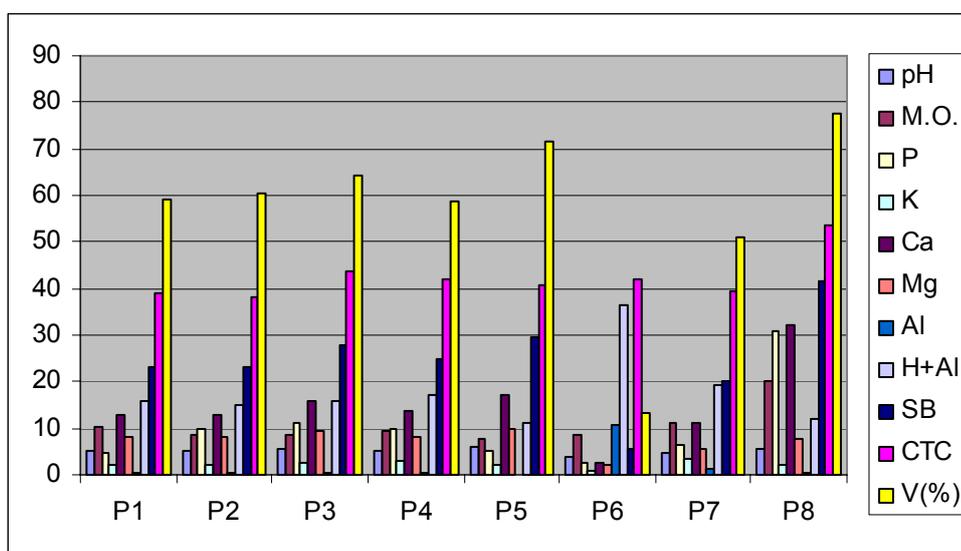


Figura 16 - Gráfico das médias/2007 para a análise de macronutrientes do solo. Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar.

A parcela P7, que representa o café convencional de um produtor parceiro, apresenta pH com alta acidez e índices gerais de fertilidade mais moderados destacando-se, porém, o cálcio e o potássio que apresenta um nível alto, possivelmente essa situação é resultante da utilização freqüente de adubos químicos concentrados.

Quanto ao nível de matéria orgânica e, considerando a parcela P8 como parâmetro e com uma diferença significativa em relação às demais, observa-se que as parcelas P1 à P4 equiparam-se ou estão um pouco melhores do que a mata nativa (P6) e melhores do que a parcela P5, de café convencional, com valores sem diferença significativa entre as parcelas P1 e P4 e diferentes significativamente das parcelas P2 e P3. Os níveis de

saturação em bases e soma de bases da P5 estão mais elevados, provavelmente pelo uso anterior do solo.

A parcela P7, de café convencional em Avanhandava, está com níveis mais altos de matéria orgânica (M.O.), essa diferença significativa em relação à parcela P1, provavelmente pela adição de esterco de curral realizada em outubro/07 pelo produtor.

Tabela 16 – Valores limites de fertilidade do solo.

Teor	P (res.) mg/dm ³		mmol/dm ³			mg/dm ³	V %	pH (CaCl ₂)
	Perenes	Anuais	K	Ca	Mg	S - SO ₄		
Muito Baixo	0 - 5	0 - 6	0 - 0,7				0 - 25	< 4,3
Baixo	6 - 12	7 - 15	0,8 - 1,5	0 - 3	0 - 4	0 - 4	26 - 50	4,4 - 5,0
Médio	13 - 30	16 - 40	1,6 - 3,0	4 - 7	5 - 8	5 - 10	51 - 70	5,1 - 5,5
Alto	31 - 60	41 - 80	3,1 - 6,0	> 7	> 8	> 10	71 - 90	5,6 - 6,0
Muito Alto	> 60	> 80	> 6,0				> 90	>6,0

Fonte: RAIJ et al, 1996.

Na média dos resultados das análises químicas do solo em três épocas do ano de 2007, para as variáveis referentes ao enxofre e micronutrientes (Tabela 17 e Figura 17), os valores se destacam na parcela P8 para as variáveis Mn, Zn, Cu e B. Na parcela P6 sobressai-se os dados referentes ao S e Fe.

Tabela 17 - Médias estatísticas do ano de 2007 dos diferentes tratamentos para a análise de enxofre e micronutrientes do solo.

Trat.	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/dm ³					
P1	11,00ab	15,00de	4,13 d	0,73 b	0,43cd	0,46 bc
P2	10,00bcd	14,66 e	2,86 ef	0,53 c	0,36cd	0,33 cd
P3	8,33 e	16,33 d	5,26 c	0,80 b	0,50 c	0,53 b
P4	10,66abc	22,66 c	4,80 c	0,83 b	0,50 c	0,40bcd
P5	8,66 de	8,00 f	2,63 f	0,56 c	0,36cd	0,46bc
P6	11,66 a	55,33 a	3,16 e	0,43 c	0,33 d	0,42bc
P7	9,00 de	26,66 b	18,03 b	0,73 b	0,73 b	0,27 d
P8	9,33 cde	13,66 e	21,73 a	3,40 a	15,90a	0,80 a
DMS	1,49	1,49	0,5	0,14	0,14	0,15
CV(%)	10,17	4,64	4,31	9,96	4,18	21,79

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Para a comparação estatística dos dados das análises químicas entre as parcelas de cultivo orgânico P1, P2, P3 e P4 (no Colégio Agrícola de Penápolis) e as parcelas de cultivo convencional, P5 (no Colégio Agrícola) e P7 (em Avanhandava), com as parcelas utilizadas como parâmetros de comparação, a P6 (mata nativa na área do Colégio Agrícola) e P8 (café orgânico em Garça), foi feita uma análise para cada parcela, em relação àquelas utilizadas como parâmetros, em três épocas diferentes durante o ano de 2007.

A parcela P1 foi cultivada com café orgânico, sem a utilização de leguminosas nas entrelinhas dos cafeeiros, deixando-se o solo com cobertura natural de plantas espontâneas e manejadas com roçadeira de tração mecânica, sempre que as plantas espontâneas atingissem uma altura que pusesse competir por luz e umidade com os cafeeiros.

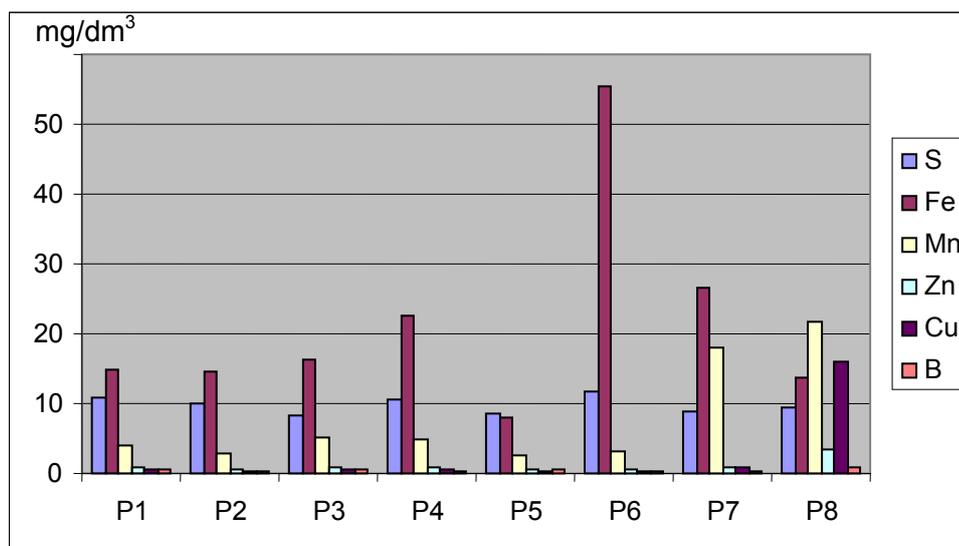


Figura 17 - Gráfico das médias do ano de 2007 para a análise de enxofre e micronutrientes do solo.

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar.

Os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade na parcela P1, revelam pouca variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas na respectiva parcela, porém mostra a melhoria na qualidade química do solo (Tabela 18).

Destacam-se a M.O., P, K, Ca, SB e CTC como as variáveis em que ocorreu uma evolução com diferenças significativas com o passar do

tempo. Provavelmente esses índices melhoraram devido à atividade metabólica e incorporação de matéria orgânica promovida pela diversidade de plantas espontâneas nas entrelinhas, principalmente *Brachiaria decumbens*.

O teor de pH mostrou-se sem diferença significativa entre a primeira e a última análise realizada durante o ano. Com o magnésio houve uma redução significativa para a última data. A soma de bases e a CTC melhoraram e, a saturação em bases (V %), manteve-se durante todo o período sem diferenças significativas. O alumínio nessa parcela manteve-se sem diferença significativa, com baixa toxicidade e tendência à redução, porém, o (H + Al) provocou aumento na soma de bases.

Tabela 18 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P1.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³				%
abr/07	5,3 a	10 b	3 b	1,7 b	11 b	8 ab	0,5 a	14 c	20,7 c	34,7 b	59,61 a
ago/07	5,1 b	7 c	6 a	2,4 a	12 b	9 a	0,4 a	16 b	23,4 ab	39,4 ab	59,35 a
nov/07	5,4 a	14 a	5 a	2,3 a	16 a	7 b	0,3 a	18 a	25,3 a	43,3 a	58,39 a
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Em relação à comparação da parcela P1 com as parcelas P6 e P8, os gráficos (Figura 18) demonstram a evolução de cada variável sendo que esses dados estão explícitos nas Tabelas 19 e 20.

Os valores dos dados referentes às análises químicas do solo da parcela P1, quando comparados com as parcelas P6 e P8, mostraram-se intermediários na maioria das variáveis, como o pH, M.O., Ca, H+Al, SB e V%, enquanto que o P se manteve em níveis próximos aos da parcela P6, ficando bastante abaixo dos níveis da parcela P8. Quanto ao K e Mg os níveis da parcela P1 superaram os da parcela P8 e, o Al destas duas parcelas manteve-se em níveis próximos da nulidade, porém, na mata nativa (P6) o teor foi bastante elevado, caracterizando o solo natural do cerrado.

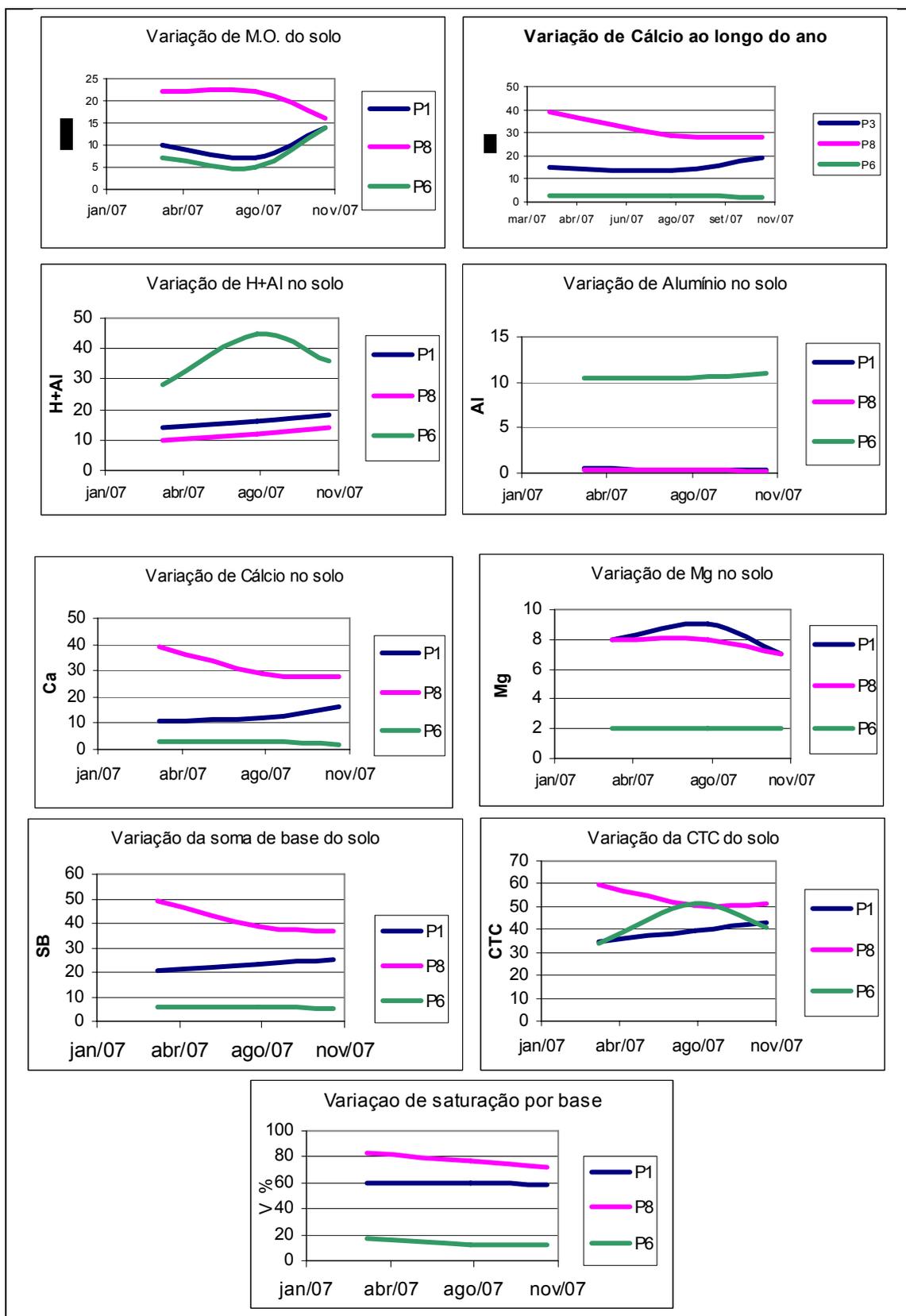


Figura 18 – Gráficos de evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P1, P6 e P8.

Obs: A variação do Alumínio é praticamente coincidente nas parcelas P1 e P8.

Tabela 19 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P6.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl2	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³			%	
abr/07	3,90 a	7 b	2 b	0,7 c	3 a	2 a	10,5 a	28 c	5,7 a	33,7 c	16,62 a
ago/07	3,90 a	5 c	4 a	1,1 a	3 a	2 a	10,4 a	45 a	6,1 a	51,1 a	11,80 b
nov/07	3,80 a	14 a	2 b	0,9 b	20 a	2 a	11,0 a	36 b	4,9 a	40,9 b	11,76 b
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

O nível de fertilidade da parcela P6 (mata natural) não sofreu muitas variações com o passar do tempo, demonstrando assim um maior equilíbrio natural, baixa fertilidade, alta toxidez por alumínio, porém estável pela ciclagem de nutrientes promovida pela constante decomposição de folhas e galhos na superfície do solo.

Tabela 20 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P8.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl2	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³			%	
abr/07	5,8 a	22 a	40 a	2,3 a	39 a	8 a	0,4 a	10 c	49,3 a	59,3 a	83,16 a
ago/07	5,7 a	22 a	33 b	1,9 b	29 b	8 a	0,3 a	12 b	38,9 b	50,9 b	76,44 b
nov/07	5,7 a	16 b	19 c	2,0 b	28 b	7 a	0,2 a	14 a	37,0 b	51,0 b	72,56 c
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A CTC manteve-se em ascensão na parcela P1, durante o período de experimento, ultrapassando os níveis da parcela P6 e aproximando-se aos da P8.

O enxofre e os micronutrientes serão omitidos na discussão por motivo da extensibilidade deste trabalho, salvo em situações de discrepância ou casos especiais, onde serão citadas as informações baseadas nos cálculos estatísticos realizados.

Na parcela P2 foi cultivado guandu e mucuna anã nas entrelinhas dos cafeeiros e os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade nesta parcela, revelam pouca variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas (Tabela 21).

Destacam-se a M.O. e o pH como as variáveis com aumento significativo dos teores com o passar do tempo. O H+Al aumentou e o Al manteve-se sem diferença significativa, porém, com tendência à redução, assim como a CTC que sofreu leve redução no final.

As demais variáveis sofreram alterações significativas no período, porém sem a tendência de aumento ao longo do tempo.

Tabela 21 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P2.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³			%	
abr/07	5,2 b	7 b	3 b	1,1 c	12 b	9 a	0,5 a	13 b	22,1 ab	35,1 b	62,93 a
ago/07	5,3 b	7 b	22 a	3,2 a	14 a	9 a	0,5 a	16 a	26,2 a	42,2 a	62,06 a
nov/07	5,5 a	12 a	4 b	1,8 b	12 b	7 b	0,2 a	16 a	20,8 c	36,8 ab	56,46 b
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A comparação entre a parcela P2 e as parcelas P6 e P8, nos gráficos seguintes (Figura 19) demonstra a evolução de cada variável em relação aos dados das parcelas que servem como parâmetros (Tabelas 19 e Tabela 20).

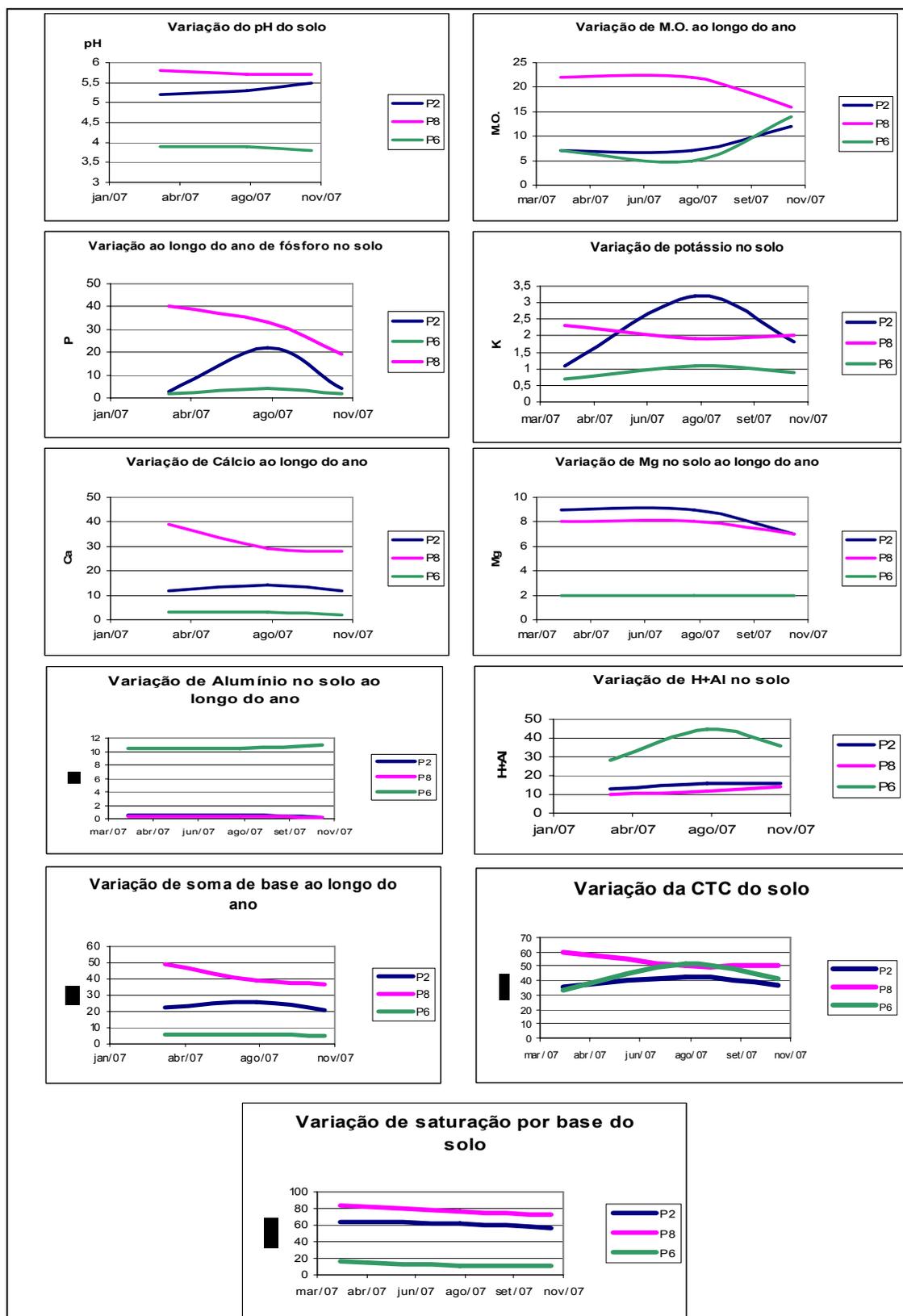


Figura 19 – Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P2, P6 e P8.

Obs: A variação do Alumínio é praticamente coincidente nas parcelas P2 e P8.

As variáveis mantiveram-se em níveis intermediários para a parcela P2 em relação às parcelas P6 e P8, sobressaindo-se quanto ao potássio e o magnésio que tiveram níveis superiores aos da parcela P8.

Os níveis de CTC permaneceram abaixo dos referentes à parcela P6 devido aos altos teores de Al e H+Al nesta parcela que representam a baixa fertilidade natural desse solo.

Na parcela P3 foi cultivado apenas o guandu nas entrelinhas dos cafeeiros e os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade nesta parcela, revelam pouca variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas (Tabela 22).

Destacam-se a M.O., P, K, Ca, H+Al, SB e a CTC como as variáveis com aumento significativo dos teores com o passar do tempo. O pH, Mg e Al mantiveram-se sem diferença significativa, com uma tendência a redução deste. A saturação em bases sofreu uma redução significativa em relação ao mês de abril, devido ao aumento do H+Al no mês de novembro.

Tabela 22 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P3.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl2	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³			%	
abr/07	5,5 a	11 b	4 b	1,9 b	15 b	10 a	0,4 a	13 c	26,9 ab	39,9 b	67,41 a
ago/07	5,4 a	7 c	15 a	3,0 a	14 b	9 a	0,3 a	16 b	26,0 b	42,0 b	61,88 b
nov/07	5,5 a	16 a	14 a	3,0 a	19 a	9 a	0,2 a	18 a	31,0 a	49,0 a	63,25 b
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A comparação entre a parcela P3 e as parcelas P6 e P8, nos gráficos seguintes (Figura 20) demonstra a evolução de cada variável, comparados com os dados das parcelas que servem como parâmetros (Tabelas 19 e Tabela 20).

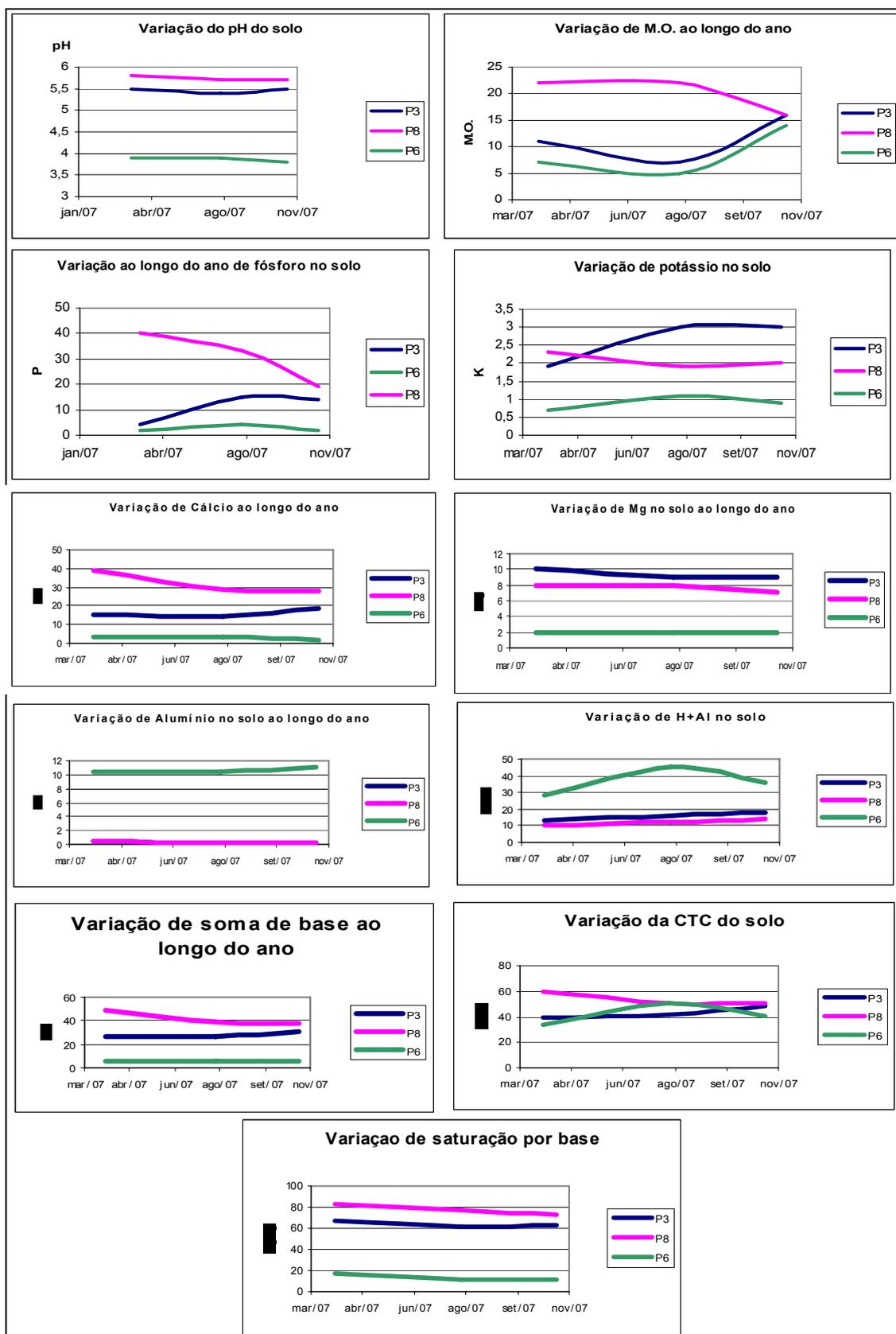


Figura 20 - Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P3, P6 e P8.

Obs: A variação do Alumínio é praticamente coincidente nas parcelas P3 e P8.

As variáveis mantiveram-se em níveis intermediários para a parcela P3 em relação às parcelas P6 e P8, sobressaindo-se quanto ao potássio e o magnésio que tiveram níveis superiores aos da parcela P8.

Os níveis de Al e H+Al permaneceram abaixo dos referentes à parcela P6 devido aos altos teores nesta parcela e permaneceram próximos aos níveis da parcela P8.

Na parcela P4 foi plantado uma linha de bananeiras no centro da rua dos cafeeiros e intercalando com estes, duas fileiras de feijão de porco.

Os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade nesta parcela revelam alguma variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas (Tabela 23).

Destacam-se o pH, M.O., P, K e Ca como as variáveis com aumento significativo dos teores com o passar do tempo. O Mg sofreu uma redução significativa nos teores e as demais variáveis mantiveram-se sem diferença significativa.

Tabela 23 – Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P4.

Época	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl2	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³							%
abr/07	5,0 c	7 b	5 c	1,6 c	13 b	9 a	0,5 a	16 b	23,6 a	39,6 a	59,56 a
ago/07	5,3 b	7 b	10 b	3,0 b	13 b	9 a	0,6 a	18 a	25,0 a	43,0 a	58,10 a
nov/07	5,5 a	14 a	15 a	3,9 a	15 a	7 b	0,2 a	18 a	25,9 a	43,9 a	58,96 a
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A comparação entre a parcela P4 e as parcelas P6 e P8, nos gráficos seguintes (Figura 21) demonstra a evolução de cada variável, comparados com os dados das parcelas que servem como parâmetros (Tabelas 19 e Tabela 20).

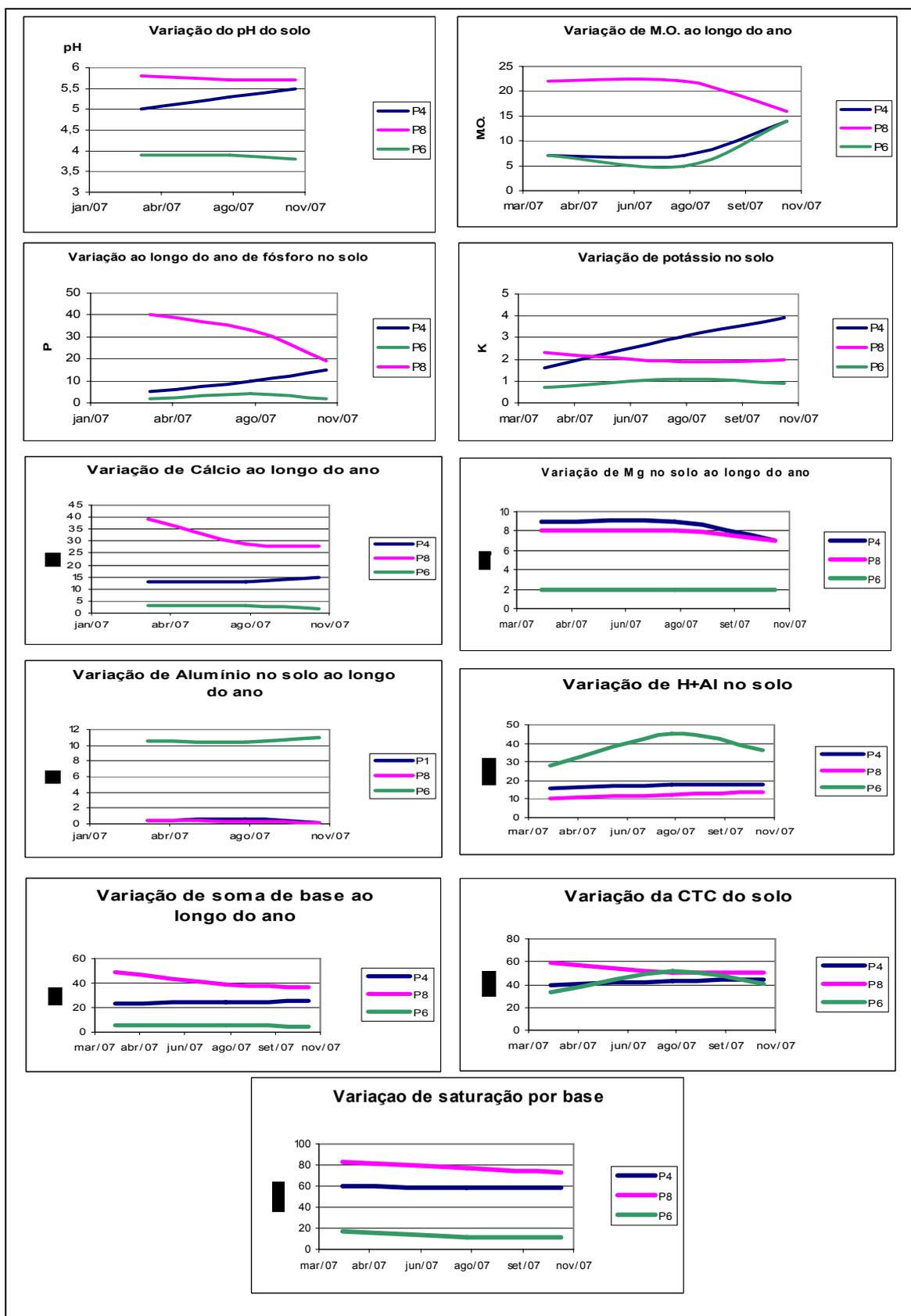


Figura 21 - Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P4, P6 e P8.

Obs: A variação do Alumínio é praticamente coincidente nas parcelas P4 e P8.

As variáveis mantiveram-se em níveis intermediários para a parcela P4 em relação às parcelas P6 e P8, sobressaindo-se quanto ao potássio e o magnésio que tiveram níveis superiores aos da parcela P8.

Os níveis de Al e H+Al permaneceram abaixo dos referentes à parcela P6 devido aos altos teores nesta parcela e permaneceram próximos aos níveis da parcela P8.

A parcela P5 foi um tratamento com cafeicultura em sistema convencional de cultivo, localizado próximo à área com os tratamentos cultivados em sistema orgânico, no Colégio Agrícola.

Os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade nesta parcela revelam alguma variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas (Tabela 24).

Destacam-se M.O., K e H+Al como as variáveis com aumento significativo dos teores com o passar do tempo. O pH, P, Ca, Mg, SB, CTC e V sofreram uma redução significativa nos teores, apenas os níveis de Al mantiveram-se sem diferença significativa.

Tabela 24 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P5.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl2	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³				%
abr/07	6,0 a	5 c	6 a	2,3 b	21 a	13 a	0,2 a	9 b	36,3 a	45,3 a	80,17 a
ago/07	5,9 ab	7 b	6 a	1,7 c	17 b	10 b	0,2 a	12 a	28,7 b	40,7 ab	70,52 b
nov/07	5,8 b	11a	4 b	2,6 a	14 b	7 c	0,2 a	13 a	23,6 c	36,6 b	64,46 c
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A comparação entre a parcela P5 e as parcelas P6 e P8, nos gráficos seguintes (Figura 22) demonstra a evolução de cada variável, comparados com os dados das parcelas que servem como parâmetros (Tabelas 19 e Tabela 20).

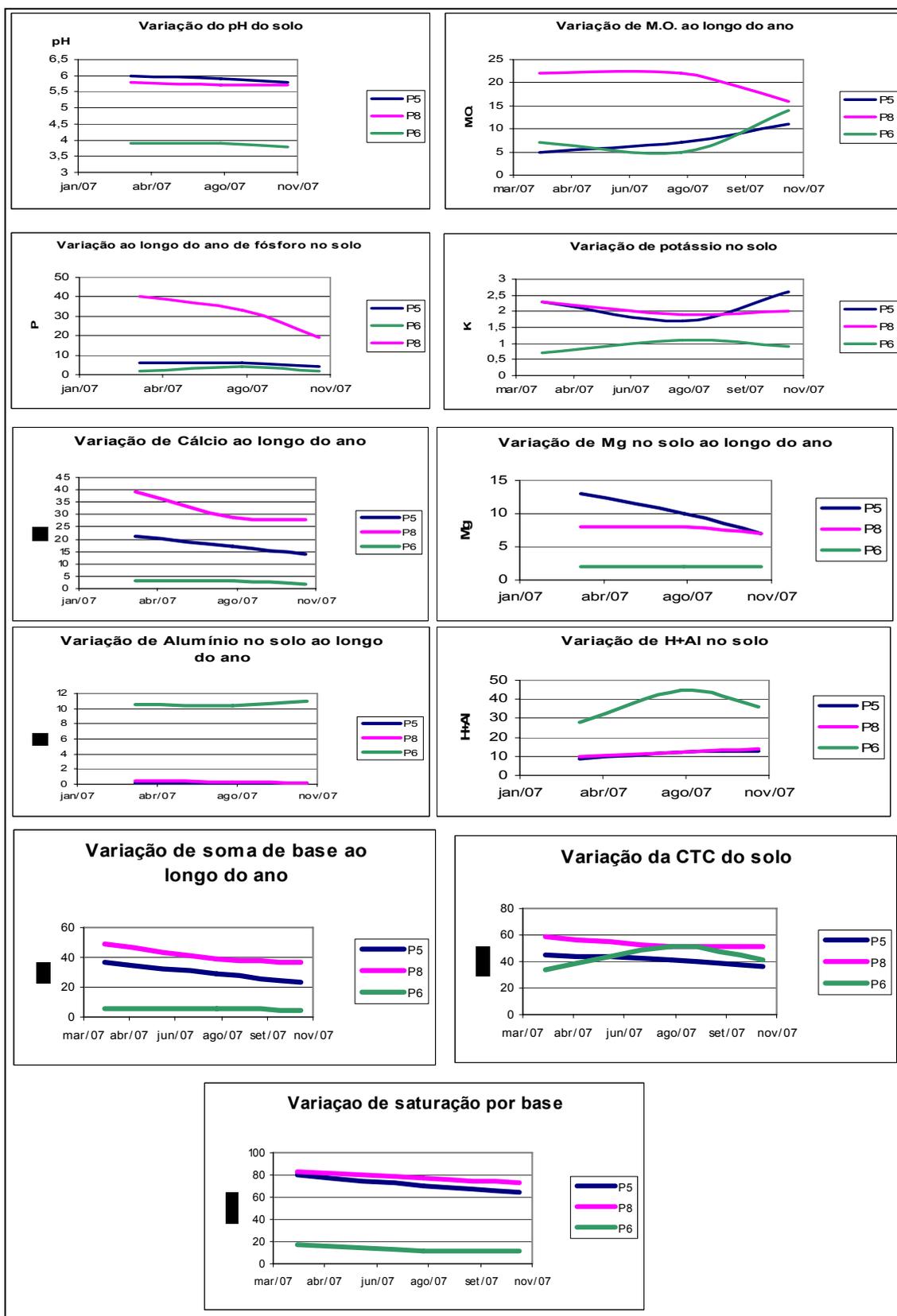


Figura 22 - Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P5, P6 e P8.

Obs: A variação do Alumínio é praticamente coincidente nas parcelas P5 e P8.

As variáveis mantiveram em níveis intermediários para a parcela P5 em relação às parcelas P6 e P8, sobressaindo-se quanto ao pH e Mg que foram mais altos que a parcela P8, devido a utilização anterior do solo com utilização de corretivos.

Os níveis de K nessa parcela demonstraram uma tendência à elevação, superando no final do período os teores da parcela P8.

A parcela P7 é um tratamento com cafeicultura em sistema convencional de cultivo, localizado no município de Avanhandava, de propriedade de um produtor parceiro.

Os dados estatísticos comparativos da evolução da fertilidade nesta parcela revelam alguma variação significativa nos resultados entre as diferentes épocas (Tabela 25).

Destacam-se o, M.O., K e H+Al como as variáveis com aumento significativo dos teores com o passar do tempo. O pH, P, Ca, Mg, SB, CTC e V sofreram uma redução significativa nos teores, apenas os níveis de Al mantiveram-se sem diferença significativa.

Tabela 25 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para os meses de abril, agosto e novembro dentro do tratamento P7.

Época	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³							%
abr/07	4,8 a	7 b	9 a	4,4 a	12 b	6 a	1,2 a	15 b	22,4 a	37,4 a	59,85 a
ago/07	4,8 b	7 b	5 b	3,2 b	10 a	6 a	1,5 a	22 a	19,2 a	41,2 a	46,52 b
nov/07	4,7 ab	12 a	5 b	2,4 c	11 ab	5 a	1,1 a	21 a	18,4 a	39,4 a	46,61 b
DMS	0,19	1,97	1,97	0,19	1,97	1,97	0,6	1,97	4,14	6,12	3,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

A comparação entre a parcela P7 e as parcelas P6 e P8, nos gráficos seguintes (Figura 23) demonstra a evolução de cada variável, comparados com os dados das parcelas que servem como parâmetros (Tabelas 19 e Tabela 20).

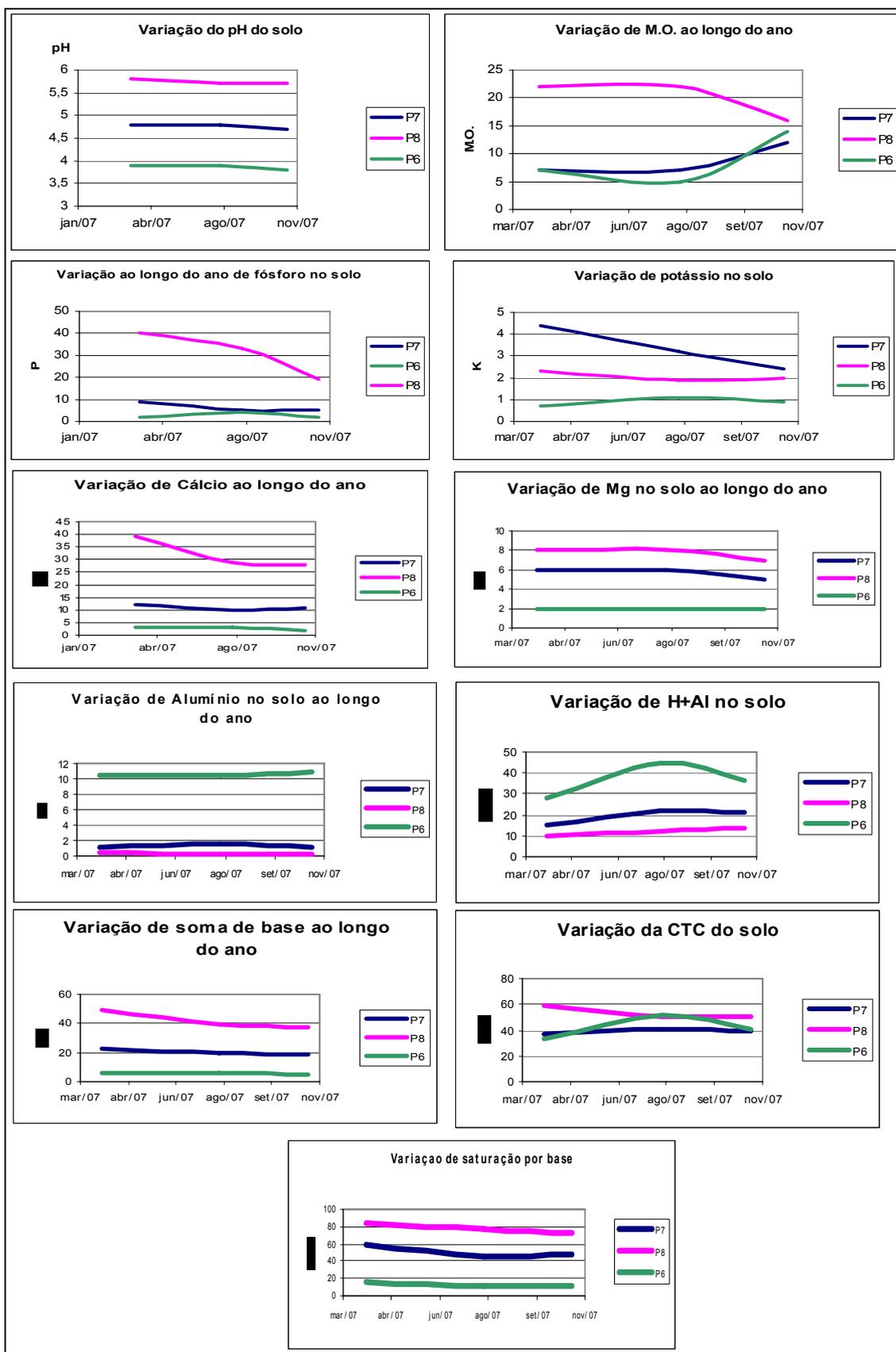


Figura 23 - Gráficos da evolução e comparação das variáveis da análise química do solo entre a P7, P6 e P8.

As variáveis mantiveram-se em níveis intermediários para a parcela P7 em relação às parcelas P6 e P8, sobressaindo-se quanto ao potássio, que teve níveis superiores aos da parcela P8.

Os níveis de CTC nessa parcela permaneceram abaixo dos referentes à parcela P6 e da parcela P8.

A análise do solo no início do experimento, em abril/07 (Tabela 26) e, do final do período, ou seja, em novembro/07 (Tabela 27) ilustram a evolução da fertilidade comparando-se as médias entre os tratamentos nessas épocas.

Tabela 26 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes do solo para no mês de abril/07.

Trat.	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³							%
P1	5,30bc	10b	3 de	1,70cd	11 d	8,00bc	0,50bc	14,00bc	20,70cd	34,70 c	59,61d
P2	5,20cd	7 c	3 de	1,10 e	12 d	9,00 b	0,50bc	13,00 c	22,10cd	35,10 c	62,93d
P3	5,50 b	11b	4cde	1,90 c	15 c	10,00b	0,40 c	13,00 c	26,90 c	39,90bc	67,41c
P4	5,00de	7 c	5 cd	1,60 d	13cd	9,00 b	0,50bc	16,00 b	23,60cd	39,60bc	59,56d
P5	6,00 a	5 c	6 c	2,30 b	21 b	13,00a	0,20 c	9,00 d	36,30 b	45,30 b	80,17b
P6	3,90 f	7 c	2 e	0,70 f	3 e	2,00 d	10,50a	28,00 a	5,70 e	33,70 c	16,62e
P7	4,80 e	7 c	9 b	4,40 a	12 d	6,00 c	1,20 b	15,00bc	22,40cd	37,40bc	59,85d
P8	5,80 a	22a	40 a	2,30 b	39 a	8,00bc	0,40 c	10,00 d	49,30 a	59,30 a	83,16a
DMS	0,25	2,58	2,58	0,25	2,58	2,58	0,78	2,58	5,43	8,02	4,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Tabela 27 - Médias estatísticas da análise de macronutrientes solo para no mês de novembro/07.

Trat.	pH	M.O.	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³							%
P1	5,4 c	14ab	5 c	2,3 d	16 c	7ab	0,3 c	18 c	25,3 c	43,3ab	58,39 c
P2	5,5bc	12bc	4 cd	1,8 e	12de	7ab	0,2 c	16cd	20,8cd	36,8 c	56,46c
P3	5,5bc	16 a	14 b	3,0 b	19 b	9 a	0,2 c	18 c	31,0 b	49,0 a	63,25b
P4	5,5bc	14ab	15 b	3,9 a	15 c	7ab	0,2 c	18 c	25,9bc	43,9ab	58,96c
P5	5,8 a	11 c	4 cd	2,6 c	14cd	7ab	0,2 c	13 e	23,6cd	36,6 c	64,46b
P6	3,8 e	14ab	2 d	0,9 f	2 f	2 c	11,0a	36 a	4,9 e	40,9 c	11,76e
P7	4,7 d	12bc	5 c	2,4cd	11 e	5 b	1,1 b	21 b	18,4 d	39,4 c	46,61d
P8	5,7ab	16 a	19 a	2,0 e	28 a	7ab	0,2 c	14de	37,0 a	51,0 a	72,56a
DMS	0,25	2,58	2,58	0,25	2,58	2,58	0,78	2,58	5,43	8,02	4,22
CV(%)	1,93	9,45	9,96	4,41	6,76	13,48	17,46	5,59	8,58	7,32	2,86

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Considerando a coloração de preenchimento das colunas como um destaque de diferenciação dos níveis de significância e, que a cor verde mais escura refere-se ao primeiro nível, o verde intermediário ao segundo nível e a coloração verde mais clara ao terceiro nível, assim como a cor laranja para os níveis de Al e de H+Al.

A parcela P8 foi considerada como um parâmetro de comparação para as parcelas de café orgânico (P1, P2, P3 e P4), pois foi convertida para sistema orgânico desde o ano de 2001. Numa análise mais geral para a comparação entre os diferentes tratamentos, observamos que as parcelas P3 (café orgânico com guandu nas entrelinhas) e a P4 (café orgânico com bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas), foram os tratamentos que apresentaram os dados que mais se aproximaram dos valores da parcela de referência (P8).

A Parcela P3, foi a que apresentou um teor de matéria orgânica igual ao da Parcela P8, provavelmente influenciado pelo aporte de biomassa do guandu, que comparado com as outras leguminosas é o que mais produz (Tabela 28).

Tabela 28 - Características de algumas espécies leguminosas de verão que podem ser utilizadas como adubo verde na cafeicultura.

Espécie	Época de Plantio	Massa Vegetal (Ton./ha/ano)		Nitrogênio Fixado (Kg/ha/ano)
		Verde	Seca	
Feijão-de-porco	Set. - dez.	14 - 30	3,2 - 7,0	49 - 190
Guandu	Set. - jan.	9 - 70	3 - 22	41 - 280
Mucuna anã	Set. - jan.	12 - 27	3,5 - 6,5	76 - 282

Fonte: Adaptado de RICCI; NEVES, 2006.

As parcelas P5 e P7, com plantio convencional, apresentaram valores referentes ao terceiro nível de significância, com mais intensidade para a parcela P5, em que foi implantada em uma área antes já cultivada. A parcela P7 apresentou um teor baixo de pH, provavelmente pela utilização mais intensiva de corretivos pelo produtor, conforme demonstrado na Tabela 38.

A parcela P6 (fragmento de mata nativa) mostrou-se com baixos níveis de fertilidade natural, o que caracteriza o solo da região.

O enxofre e os micronutrientes também foram analisados e a seguir serão discutidos quanto à evolução ao longo do tempo e as diferenças entre as diversas parcelas.

A análise desses nutrientes foi realizada em abril, logo após o plantio das leguminosas nas entrelinhas dos tratamentos com café orgânico e, em novembro (Tabela 29), após o manejo (roçada) das leguminosas.

Tabela 29 – Médias estatísticas da análise de micronutrientes do solo no mês de abril e novembro/07.

Trat.	Abril/07					
	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/dm ³					
P1	9,00ab	18,00 d	2,80 e	0,80 b	0,50bcd	0,50 b
P2	9,00ab	17,00de	2,50 e	0,40 de	0,40 cd	0,19 c
P3	7,00 c	19,00d	6,00 c	0,70 bc	0,60 bc	0,41bc
P4	7,00 c	30,00b	4,40 d	0,70 bc	0,60 bc	0,40bc
P5	9,00ab	10,00 f	2,30 e	0,50cde	0,40 cd	0,29bc
P6	10,00a	54,00a	2,80 e	0,30 e	0,30 d	0,41bc
P7	9,00ab	25,00c	25,00 b	0,60bcd	0,70 b	0,21 c
P8	10,00a	15,00e	33,00 a	4,00 a	18,00 a	1,10 a
DMS	2,58	2,58	0,87	0,25	0,25	0,26
CV(%)	10,17	4,64	4,31	9,96	4,18	21,79
Trat.	Novembro/07					
	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/dm ³					
P1	18,00a	14,00 d	5,80 c	0,70bcd	0,40 bc	0,30cd
P2	13,00b	16,00 d	3,10 d	0,50 de	0,40 bc	0,40bcd
P3	12,00bc	16,00 d	5,10 c	0,90 b	0,50 bc	0,59 ab
P4	18,00 a	21,00 c	5,20 c	0,80 bc	0,50 bc	0,51 ab
P5	12,00bc	7,00 e	3,30 d	0,50 de	0,40 bc	0,50 ab
P6	16,00 a	57,00 a	3,40 d	0,30 e	0,30 c	0,48 ab
P7	11,00bc	28,00 b	12,30 b	0,60 cd	0,60 b	0,21 c
P8	10,00 c	14,00 d	18,60 a	3,10 a	14,20 a	0,80 a
DMS	2,58	2,58	0,87	0,25	0,25	0,26
CV(%)	10,17	4,64	4,31	9,96	4,18	21,79

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo LASP/UFSCar. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Mantendo-se a parcela P8 como referência de uma situação mais equilibrada e sustentável, observamos que em relação a esta houve alterações nos níveis de significância, sendo que de forma geral houve uma melhora nas parcelas de cultivo orgânico passando para o primeiro e segundo nível de

significância, enquanto que a parcela tomada como referência passou para o terceiro nível, no caso do enxofre.

Sem levar em consideração fatores climáticos, de relevo e solo, observa-se que, as parcelas P3 com cultivo orgânico de café e guandu nas entrelinhas e a parcela P4, com bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas, foram as que mais melhoraram nesses atributos do solo.

No caso do Fe, também houve melhora nos índices, reduzindo para níveis mais adequados, assim como o Mn. O Zn não sofreu diferenças significativas entre as duas épocas e o Cu e o B aumentaram seus níveis, principalmente nas parcelas P3 e P4.

As parcelas de cultivos convencionais (P5 e P7), sofreram leve redução nos índices gerais em relação às duas épocas analisadas.

Para essa análise e discussão dos dados não foram considerados alguns fatores como a distância entre as diferentes parcelas e as possíveis alterações de clima e solo, portanto outros estudos futuros e baseados em dados científicos com maior precisão serão necessários para a comprovação mais precisa destas análises.

4.2 Compactação do solo

A amostragem com o penetrômetro de impacto em épocas diferentes do ano nos permitiu analisar a resistência do solo à penetração (RP), em diferentes situações de umidade. A tabela apresentada no Anexo 5 e o respectivo gráfico demonstrado na Figura 24, apresentam os resultados do mês de abril/07, para as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6 e PP (esta última refere-se a uma área de pastagem próxima ao experimento).

A resistência à penetração pode ser afetada pela densidade, textura e umidade do solo e sugere que valores acima de 2,5 Mpa (MegaPaschal) começam a restringir o pleno desenvolvimento das raízes das plantas (Tabela 30). Outros pesquisadores consideraram críticos os valores entre 6,0 e 7,0 Mpa para solos arenosos e em torno de 2,5 Mpa para solos argilosos (CAMARGO; ALLEONI, 2006).

Tabela 30 - Limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento das raízes.

Classes	Limites Mpa	Limitações ao crescimento das raízes
Muito baixa	< 1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 - 2,5	Pouca limitação
Média	2,6 - 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 - 10,0	Sérias limitações
Muito alta	10,1 - 15,0	Raízes praticamente não crescem
Extremamente alta	> 15	Raízes não crescem

Fonte: Camargo; Alleoni (2006).

Os valores de resistência do solo à penetração, apresentados nesta tabela, foram expressos em forma de gráfico para melhor visualização dos testes com o penetrômetro nos diversos tratamentos considerados.

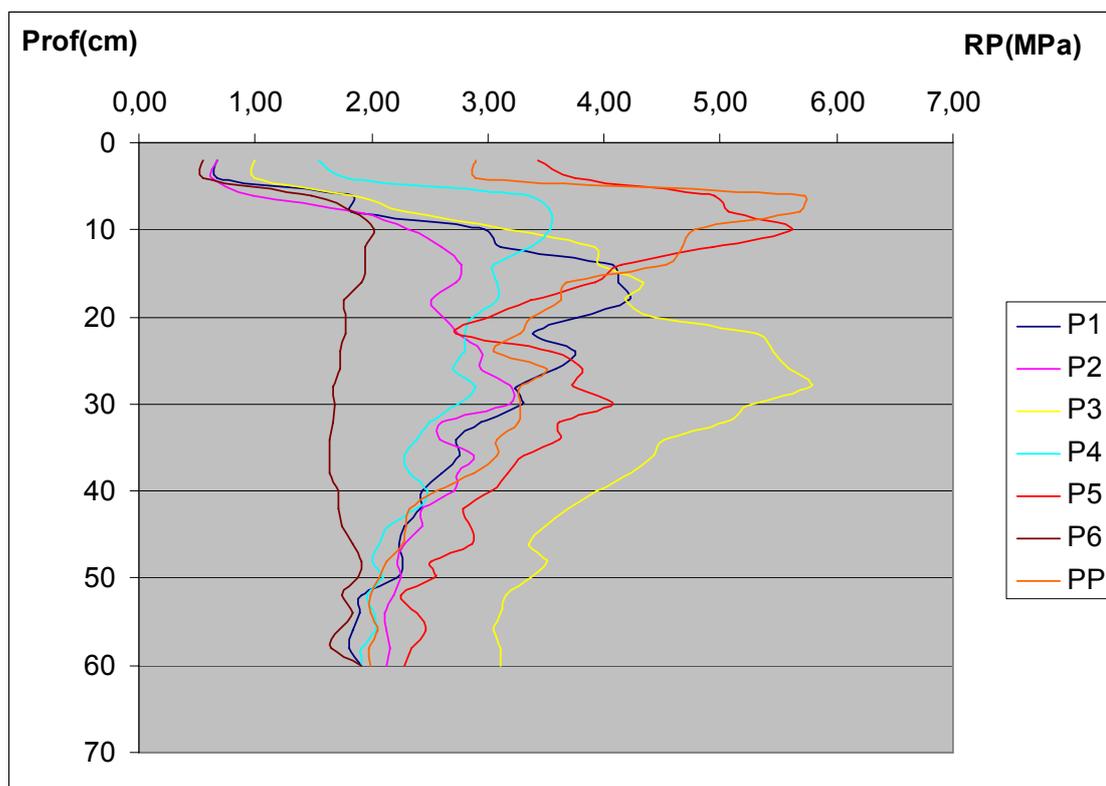


Figura 24 - Gráfico da resistência do solo à penetração em abril/2007.

Fonte: Coleta de dados nos locais do experimento. Os dados representam a média de dez sub-amostras para cada ponto.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; PP – Parcela referente à área de pastagem degradada;

Através do penetrômetro, é possível obter-se a intensidade e a profundidade da camada compactada, portanto, os maiores valores de resistência do solo à penetração ocorrem por ocasião dos menores teores de água no solo e passagem de máquinas e veículos, enquanto que a resistência à penetração de um solo sob mata natural tende a ser pequena, se comparada àquela do mesmo solo, após cultivo intensivo. Sempre que possível, deve-se obter o valor sob mata, a fim de comparar, depois, a resistência à penetração após anos de uso agrícola (CAMARGO; ALLEONI, 2006).

Pela representação do gráfico, verificamos que a parcela referente à área de mata nativa possui uma pequena resistência à penetração, conferindo baixa ou pouca limitação de desenvolvimento das raízes, independente do teor de umidade do solo, confirmando assim as teses de diversos autores.

Observamos através do gráfico que as parcelas PP (área de pastagem) e a P5 (café convencional), apresentam maior resistência à penetração nos primeiros vinte centímetros de profundidade, enquanto que a P3 (café orgânico consorciado com feijão guandu) demonstra maior resistência dos vinte aos cinquenta centímetros. Nessas parcelas, concluímos que conforme a umidade existente no solo nessa época (abril) pode-se chegar a sérias limitações quanto à penetração das raízes, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, enquanto que as demais parcelas com café, como a P1, P2, P4 (respectivamente: parcela sem leguminosas intercaladas; parcela consorciada com guandu e mucuna anã, e parcela com bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas), comparando com os resultados apresentados na parcela P6 (área de mata nativa), revelam apenas algumas limitações à penetração.

Esses resultados nos sugerem uma possível tendência de maiores limitações nos próximos meses, visto que a quantidade de chuvas normalmente diminui nessa época do ano, promovendo uma deficiência hídrica no solo e tornando-o mais resistente à penetração das raízes.

O próximo teste com o penetrômetro de impacto ocorreu no início do mês de agosto/07 nas mesmas parcelas realizadas anteriormente e com a mesma forma de coleta de dados (Anexo 6).

Os valores de resistência do solo à penetração, no mês de agosto/07, demonstrados na Figura 25, representam os resultados dos testes com o penetrômetro, nessa época, nos diversos tratamentos considerados.

Apenas a parcela PP (área de pastagem) demonstra maior resistência à penetração nos primeiros vinte centímetros de profundidade restringindo-se ao grau de poucas limitações ao desenvolvimento das raízes, confirmando assim a compactação superficial do solo pelo pisoteio dos animais.

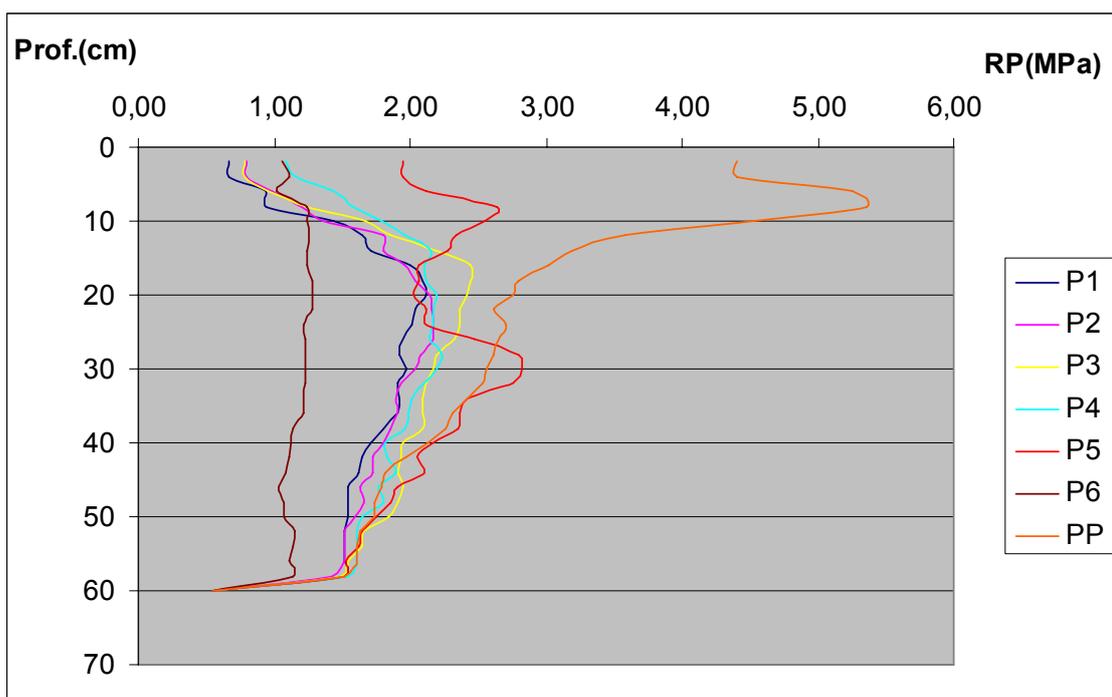


Figura 25 - Gráfico da resistência do solo à penetração em agosto/07.

Fonte: Coleta de dados no local do experimento.

Os dados representam a média de dez sub-amostras para cada ponto.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; PP – Parcela referente à área de pastagem degradada;

No mês de julho/07 observamos a ocorrência extraordinária de uma maior quantidade de chuvas para este mês (Figura 26), o que levou a um maior acúmulo de água no solo, reduzindo assim, a resistência à penetração e traduzindo-se em pouca limitação para o desenvolvimento das raízes nas parcelas com café durante este mês e, na área da mata (P6) conforme observamos no gráfico da Figura 25, se destaca como sem limitações para o desenvolvimento das raízes. Apenas a área de pastagem (Parcela PP), mostrou-se com algumas limitações nos primeiros dez centímetros de profundidade, como consequência do pisoteio dos animais.

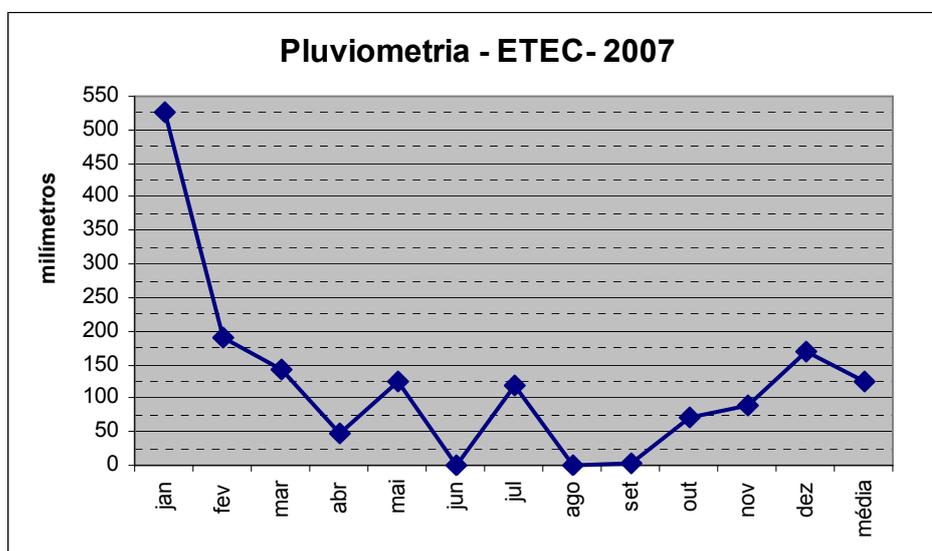


Figura 26 - Gráfico da precipitação pluviométrica no local do experimento/2007.
Fonte - ETEC João Jorge Geraissate – Penápolis/SP.

No último teste realizado com o penetrômetro de impacto, no mês de dezembro/07, além das parcelas já analisadas anteriormente, também se incluiu as parcelas P7 (café convencional em Avanhadava) e P8 (café orgânico em Garça), ambas de propriedade de produtores parceiros, para servirem de parâmetros para comparações.

As chuvas ocorridas, pouco tempo antes desta amostragem, influenciaram a umidade da camada superficial do solo, até uns quinze centímetros e, abaixo disso o solo apresentou-se com menor umidade, o que fez aumentar a sua resistência. Dessa forma, os resultados foram influenciados por esse fator e nos apresenta desde algumas, até sérias limitações de penetração.

As deficiências hídricas ocasionais interferiram nos resultados obtidos com os testes do penetrômetro de impacto em dezembro/07 (Anexo 7 e Figura 27).

Observando o gráfico de precipitação pluviométrica (Figura 26), notamos a irregularidade na distribuição das chuvas durante o ano de 2007, e provavelmente interferiu na resistência do solo à penetração durante o experimento, com pouca chuva em novembro até a amostragem, realizada no início de dezembro.

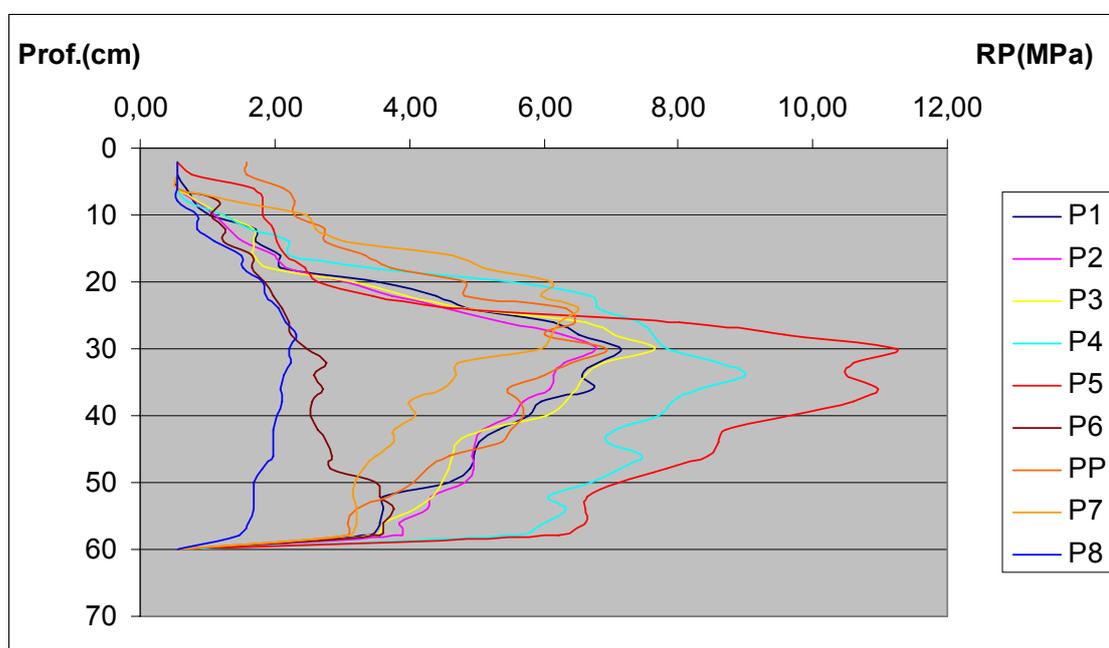


Figura 27 - Gráfico da resistência do solo à penetração em dezembro/07.

Fonte: Coleta de dados no local do experimento. Os dados representam a média de dez sub-amostras para cada ponto.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas;

P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas;

P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6-

Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; PP – Parcela referente à área de

pastagem degradada; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um

produtor parceiro em Garça.

As parcelas P1, P2, P3, P4 (café orgânico implantado no Colégio Agrícola) e a parcela P7 (café convencional de um produtor parceiro), situaram-se no grau de sérias limitações ao desenvolvimento das raízes, nos seus

respectivos picos de resistência (entre 5,1 e 10 Mpa); a parcela P5 (café convencional na área do Colégio Agrícola) atingiu o grau de resistência à penetração em que as raízes praticamente não crescem (10,1 a 15 Mpa); a parcela P6 (mata nativa) atinge o grau de algumas limitações ao crescimento das raízes, abaixo dos trinta centímetros de profundidade (2,6 a 5 Mpa), e a parcela P8 (café orgânico em Garça), atinge índice de poucas limitações ao desenvolvimento das raízes (1,1 a 2,5 Mpa).

Existe uma estreita relação entre porosidade do solo e o crescimento radicular, com maior crescimento de raízes onde há maior número e continuidade de macroporos. Desta forma, o aumento da resistência mecânica do solo causa efeitos prejudiciais ao sistema radicular das culturas. Como exemplo, pode-se citar o aumento do diâmetro das raízes na camada compactada e a diminuição do diâmetro das raízes para penetrar pequenos poros, pois a resistência mecânica do solo estimula a proliferação de raízes laterais, que são mais finas (RICHART et al, 2005).

Pode-se observar que os maiores valores de resistência do solo ocorreram em abril e mais acentuadamente em dezembro/07, coincidindo com períodos de menores umidades do solo, o que nos leva a concluir que se houver deficiência hídrica, o sistema radicular será seriamente afetado no seu desenvolvimento, porém a partir de valores próximos a sessenta centímetros de profundidade a resistência à penetração é muito pequena.

Observamos que em qualquer situação de umidade do solo, nos testes realizados nesse trabalho, as parcelas correspondentes à mata nativa (P6) e ao café orgânico com maior tempo de conversão (P8), a resistência à penetração do solo é pequena, chegando ao máximo a algumas limitações de crescimento das raízes.

4.3 Enzimas do solo

Os parâmetros biológicos utilizados nesse trabalho foram as análises da desidrogenase, polissacarídeos e a biomassa em carbono, na

busca de indicadores de qualidade do solo que auxiliem na comparação entre os vários tratamentos.

Porém, o uso desses parâmetros como indicadores de qualidade do solo são comprometidos, uma vez que a abundância e atividade dos microrganismos são muito suscetíveis às variações sazonais, principalmente temperatura e umidade (ZILLI, 2003).

As análises de enzimas do solo foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Ambiental da EMBRAPA MEIO AMBIENTE em Jaguariúna/SP, utilizando-se os métodos descritos no Manual Técnico de análises dos indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo (FRIGHETTO e VALARINI, 2000) e, os resultados são apresentados na Tabela 31 e Figura 28.

Tabela 31 – Resultados das médias estatísticas das análises da Desidrogenase, Polissacarídeos e da Biomassa microbiana do solo, realizadas em março, julho e dezembro de 2007.

PARCELA	Desidrogenase	Polissacarídeos	Biomassa
	µl de H/g de solo seco	mg/g de solo seco	µg C/g solo seco
P1	6,81 b	0,57 a	445,20 ab
P2	7,37 b	0,51 a	385,59 c
P3	9,88 a	0,38 a	448,36 ab
P4	10,85 a	0,40 a	460,93 a
P5	2,84 cd	0,35 a	219,93 e
P6	2,27 d	0,52 a	414,45 bc
P7	4,12 c	0,32 a	251,65 e
P8	4,03 c	0,35 a	318,46 d
DMS	1,55	0,28	43,16
CV(%)	20,26	52,35	9,2

Fonte: Análise realizado pelo Laboratório de Análises Biológicas da Embrapa Meio Ambiente.

Os resultados são a média de quatro repetições com dez sub-amostras, por parcela. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

Na tabela 31, a coloração com maior intensidade no preenchimento das colunas, destacam os níveis mais altos de significância, numa análise de variância de 5%. Nota-se que o indicador polissacarídeo não mostrou significância, pois o CV foi extremamente alto ($> 50\%$), enquanto que os demais indicadores apresentaram diferenças significativa entre os tratamentos, pois os $CV \leq 20\%$. No geral, merecem destaques como melhores os tratamentos orgânicos P1, P2, P3 e P4 em relação aos convencionais P5 e P7 que foram os piores como ilustrados na Figura 28.

A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade do solo funcionar dentro de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade ambiental e promovendo o crescimento da planta e a saúde animal. Muitas propriedades podem ser usadas para definir a qualidade do solo e, uma vez quantificadas, podem ser definidas e utilizadas determinadas estratégias para o manejo deste solo (SILVA; FAY; VIEIRA, 2003).

Os critérios para a seleção de indicadores relacionam-se, principalmente, com a sua utilidade em definir os processos do ecossistema, Stenberg (1999) enfatiza que nenhum indicador individualmente conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo, existindo uma relação entre todos os seus atributos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

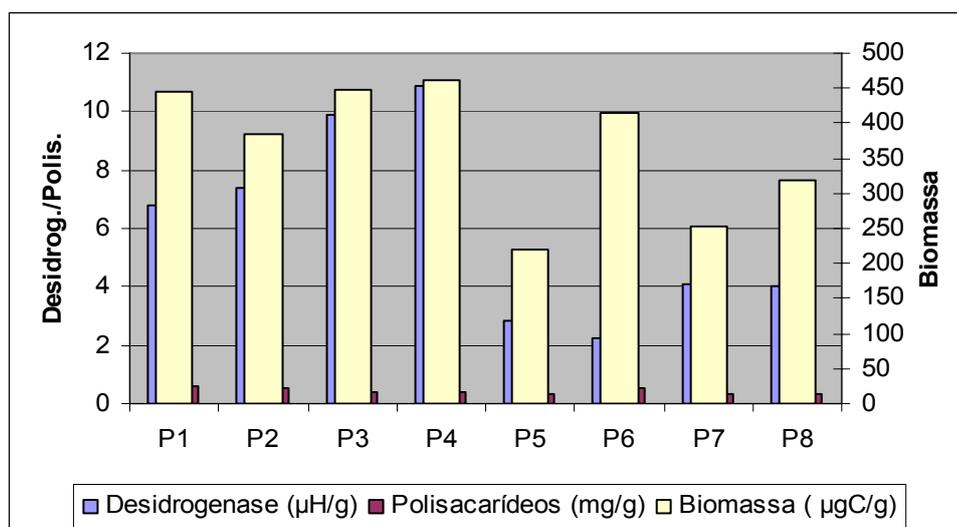


Figura 28 – Gráfico das médias das análises da Desidrogenase, Polissacarídeos e da Biomassa microbiana do solo realizada em março, julho e dezembro de 2007.

Ainda na Figura 28, observa-se que os tratamentos correspondentes às parcelas P3 e P4, onde foram utilizados nas entrelinhas, guandu e bananeiras mais feijão de porco, respectivamente, destaca-se dos demais em termos de melhores níveis de enzimas, seguidos dos tratamentos P1 e P2 com café orgânico, porém, tendo nas entre linhas, vegetação espontânea e adubos verdes (feijão guandu e mucuna), respectivamente.

A qualidade do solo sofre variações para melhor ou pior, dependendo dos fatores que a influenciam, como os distúrbios causados pelas práticas agrícolas convencionais. O grande desafio é desenvolver ou adaptar métodos para monitorar e avaliar o impacto antropogênico sobre os processos biológicos do solo e sobre os organismos que nele habitam, em condições de campo (FRIGHETTO; VALARINI, 2000).

4.3.1 Desidrogenase

Nos resultados da análise da desidrogenase, realizados nas amostras de solo da área do experimento (Figura 29), nota-se que as parcelas que demonstraram maior teor dessa enzima foram as quatro com cultivo de café orgânico (P1, P2, P3, P4), porém existe um decréscimo nos índices encontrados ao longo do tempo, com tendência maior para o mês de dezembro e com alguma variação dos valores para cada tratamento diferente.

Estudos das atividades enzimáticas da desidrogenase em solos de regiões áridas demonstraram valores altos desta atividade, quando as amostras foram realizadas em períodos chuvosos, porém podem ocorrer variações, pois esta atividade é afetada por inúmeros fatores como o tipo de solo, pH, temperatura, relação ar e água e outros que afetam a biota do solo (SILVA; FAY; VIEIRA, 2003).

A desidrogenase sofre interferência pela adição de matéria orgânica, através de esterco e compostos ou incorporação de leguminosas ao solo; por fatores climáticos como a temperatura e umidade e também pela contaminação do ambiente por metais (SANTO, 2004).

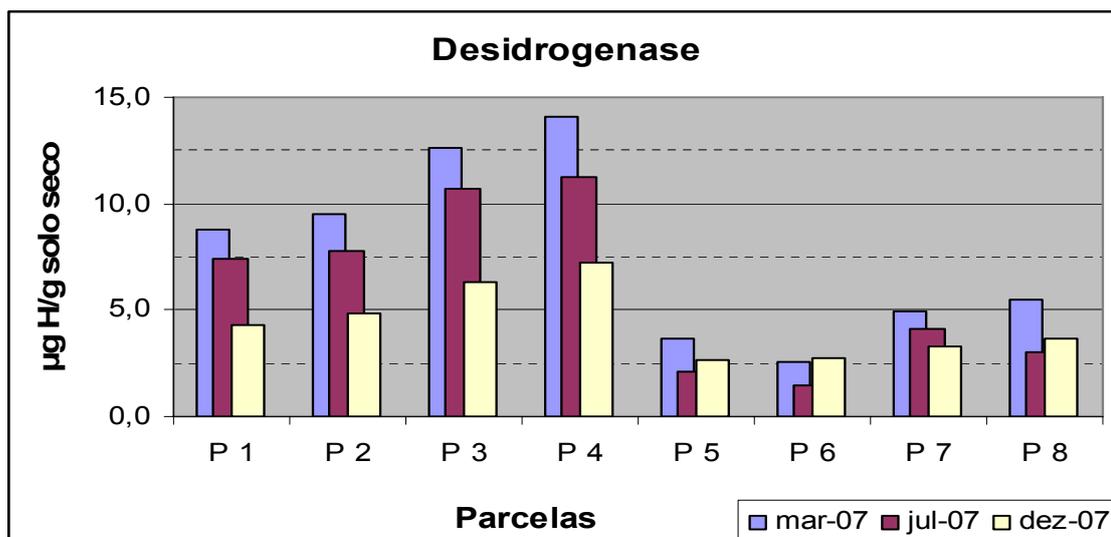


Figura 29 - Gráfico dos resultados das análises da Desidrogenase nos meses de março, julho e dezembro de 2007.

Os resultados são as médias de quatro repetições com dez sub-amostras por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

Com maior valor a parcela P4, cultivada nas entrelinhas com bananeiras e feijão guandu, seguida pela P3, com cultivo de apenas guandu, depois a P2 com uso de guandu e mucuna anã, e a seguir a P1 que permaneceu com a vegetação espontânea, com predominância de *Brachiaria decumbens*. Em seguida, com valores inferiores observamos a parcela P7, de cultivo convencional em Avanhandava que manteve uma redução constante durante o período estudado e as parcelas P8 (café orgânico em Garça); P5, de cultivo convencional na área do Colégio Agrícola e a P6, área de mata natural, demonstram uma redução de março para julho e um ligeiro acréscimo para o mês de dezembro, porém com valores menores do que as parcelas de café orgânico cultivado na área do Colégio Agrícola.

Lembramos que o cultivo de leguminosas nas entrelinhas ocorreu somente nas parcelas P2, P3 e P4, e que na parcela P1 permaneceu a vegetação espontânea, fazendo-se o manejo com roçadeira e, na P5 apesar de

ser cultivo convencional, sempre se houve coberta com ervas espontâneas. Exceto a mata natural (parcela P6), as outras duas parcelas (P7 e P8), sempre foram mantidas sem cobertura vegetal nas entrelinhas devido ao manejo das plantas espontâneas realizado pelos agricultores.

O cultivo do guandu é importante na elevação da atividade da desidrogenase, o que não é influenciado pela aplicação de fósforo e inoculação do fungo micorrízico e que a desidrogenase é decorrente da atividade microbiana, sendo estimulada pela adição de matéria orgânica, exceto em solo que recebeu nitrato que serve como receptor de elétrons (MOLTOCARO, 2007).

4.3.2 Polissacarídeos

Os resultados da análise de polissacarídeos (Tabela 31), realizados nas amostras de solo da área do experimento foram demonstrados no gráfico da Figura 30, onde observamos valores mais baixos em todas as parcelas nos meses de março e dezembro e valores maiores no mês de julho. Destaca-se no mês de julho os valores das parcelas P1 e P2 (com cultivo de café orgânico) e a parcela P6 (mata natural). As outras parcelas mantiveram valores relativamente próximos e menores dos que as anteriormente citadas.

Os polissacarídeos são enfatizados como sendo os constituintes mais importantes nas funções dos microorganismos do solo por desempenharem a tarefa de interface entre eles e os constituintes do substrato. Algumas propriedades edáficas são afetadas pelos polissacarídeos, como a capacidade de troca de cátions, a retenção de ânions e a atividade biológica, pois estão envolvidos na agregação das partículas do solo e na resistência dos microorganismos às variações da umidade e, também através de propriedades quelantes, podem ser envolvidos na resistência ao alumínio e metais pesados na superfície celular. O acúmulo de polissacarídeo pela adição exagerada de matéria orgânica rica em carboidratos pode levar a uma redução drástica da permeabilidade do solo (FRIGHETTO e VALARINI, 2000).

A discrepância nos valores do mês de julho pode estar relacionada a efeitos climáticos anormais para a época do ano, como a maior quantidade de chuvas ocorridas nessa época, conforme a demonstração no gráfico da Figura 26, com os dados coletados na área do experimento.

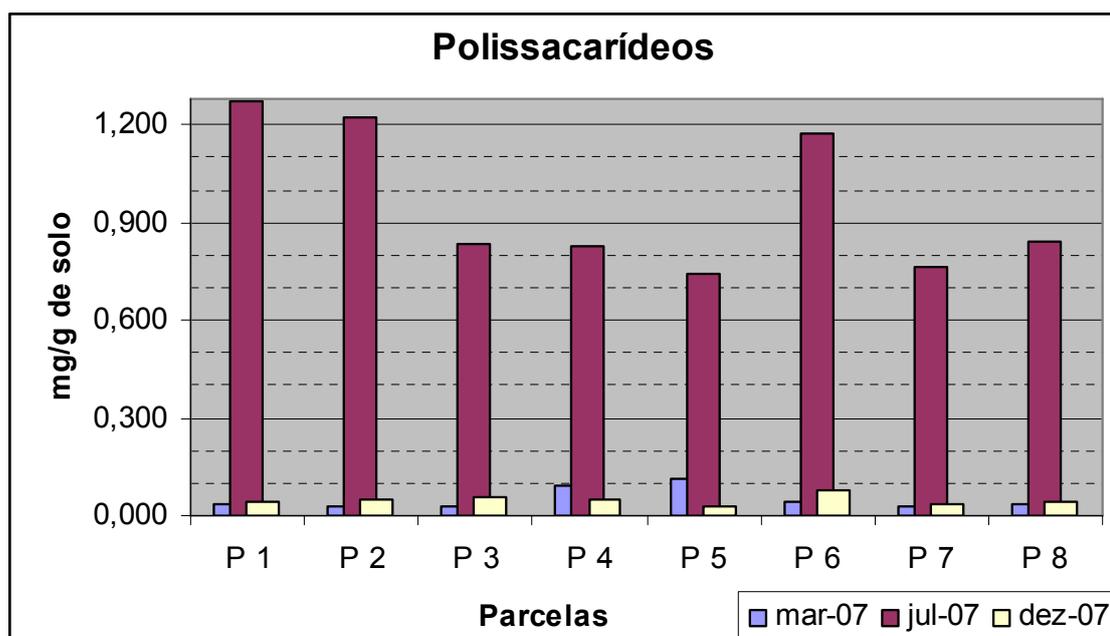


Figura 30 - Gráfico dos resultados transversais da análise de polissacarídeos. Os resultados são as médias de quatro repetições com dez sub-amostras por parcela P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

4.3.3 Biomassa microbiana

A avaliação da biomassa é útil para obter informações rápidas sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo, detectar mudanças causadas por cultivos ou por devastação de florestas, medirem a regeneração dos solos após a remoção da camada superficial e, avaliar os efeitos dos poluentes como metais pesados e pesticidas, além de refletir a dinâmica da decomposição da matéria orgânica do solo (FRIGHETTO e VALARINI, 2000).

Os resultados da análise da biomassa microbiana, registrados na Tabela 31, foram demonstrados no gráfico da Figura 31, onde se observou valores mais baixos em todas as parcelas no mês de julho e valores maiores nos meses de março e dezembro. Destacam-se no mês de março os valores das parcelas P1, P2, P3 e P4 (todas com cultivo de café orgânico); a parcela P6 (mata natural) e a P8 (café orgânico em Garça). As parcelas P5 (café convencional no colégio Agrícola) e a P7 (café convencional em Avanhandava) obtiveram valores menores, possivelmente, pelo revolvimento do solo e utilização de práticas agressivas como a utilização de agrotóxicos e adubos químicos sintéticos em cultivos intensivos.

No mês de julho os resultados alcançaram os menores valores, de forma generalizada para todas as parcelas e, no mês de dezembro obteve-se a mesma tendência do mês anterior, porém um pouco mais elevados. Destaca-se que a parcela P5, com café convencional na área da Escola Técnica, os resultados foram sensivelmente mais baixos em todas as épocas, sendo que o mesmo fato aconteceu com a parcela P7, com café convencional de um produtor parceiro em Avanhandava, indicando assim uma tendência do sistema convencional em demonstrar valores menores para o carbono da biomassa microbiana.

Os valores encontrados para a parcela P6, com mata natural, revelam maior uniformidade ao longo do tempo, nas três épocas analisadas, o que demonstra maior estabilidade do sistema que nos serve como referência para esse estudo.

Destacamos os resultados encontrados no mês de março/07 para as parcelas P3 (com cultivo de guandu nas entrelinhas), P4 (com bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas) e a P1 (com apenas vegetação espontânea nas entrelinhas).

A biomassa microbiana é a fração viva da matéria orgânica do solo composta por bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas, portanto uma propriedade fundamental para o estudo da ciclagem de nutrientes, desde que sua atividade determina a intensidade do fluxo de energia e nutrientes no solo, porém sua eficiência é afetada por fatores

relacionados com a qualidade e quantidade do substrato e condições edáficas e ambientais (VILLATORO, 2004).

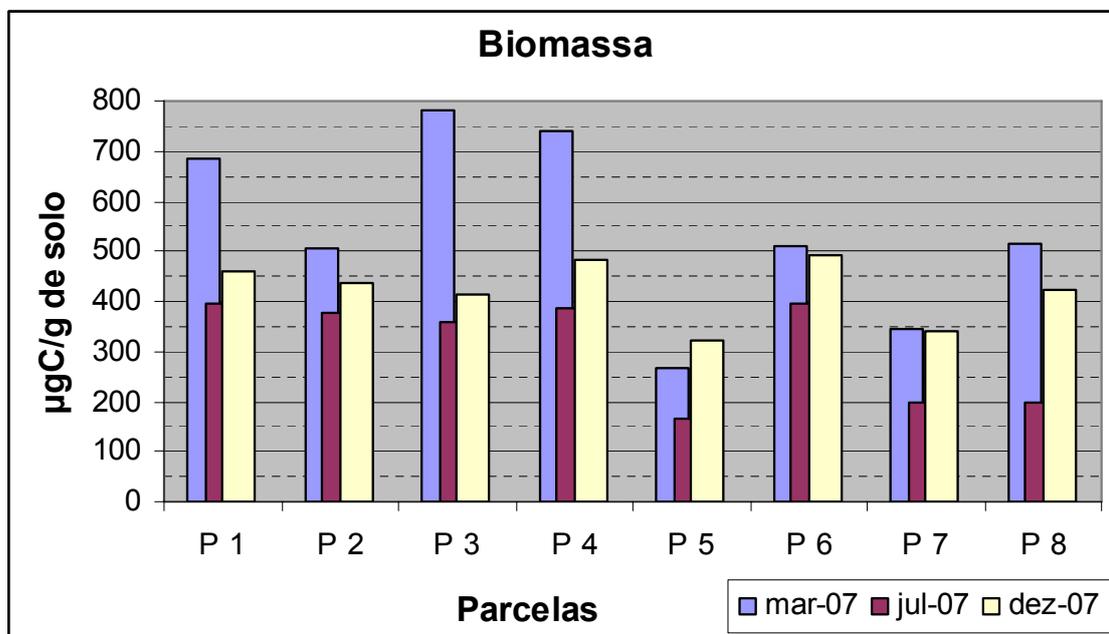


Figura 31 - Gráfico dos resultados transversais da análise da biomassa microbiana na área do experimento.

Os resultados são as médias de quatro repetições com dez sub-amostras por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

Nos meses de julho e dezembro encontramos valores da biomassa bastante próximos para as parcelas com cultivo de café orgânico dos valores encontrados para a mata natural e na parcela de Garça, com longo tempo de cultivo orgânico, enquanto que as parcelas com cultivo convencional (P5 e P7), os valores foram menores em todas as épocas analisadas, confirmando assim uma tendência das vantagens do cultivo orgânico em relação ao convencional.

O estabelecimento dos sistemas de cultivo gera quebra de macroagregados e perdas de carbono da biomassa microbiana, em relação a áreas não perturbadas, sob vegetação nativa (MENDES et al, 2003).

O carbono da biomassa microbiana em solos não poluídos pode chegar a valores acima de 500 $\mu\text{gC/g}$ de solo seco. A biomassa microbiana representa o destino inicial do carbono em transformação no solo e é extremamente influenciada pelos fatores que afetam a densidade e atividade dos organismos do solo. Portanto em solos com boa disponibilidade nutricional, umidade e aeração, espera-se uma maior densidade de microrganismos, que será refletida num elevado teor de carbono da biomassa microbiana. Por outro lado, em solos contaminados por metais, condição desfavorável ao desenvolvimento microbiano, espera-se baixos teores de carbono da biomassa microbiana (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; apud SANTO, 2004).

Na resposta dos microrganismos do solo à adoção do sistema convencional ou orgânico observara-se que o sistema orgânico aumenta o conteúdo de matéria orgânica, da biomassa e da atividade microbiana, melhorando a qualidade e produtividade do solo, sugerindo que as mudanças no conteúdo de biomassa microbiana predizem em longo tempo o conteúdo de matéria orgânica do solo. Dessa forma, as taxas de mudanças da biomassa podem indicar, a qualidade e a saúde do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Para elevar a atividade microbiana e agregar as partículas do solo, resultando na melhoria da estrutura do solo, recomenda-se o uso de adubo verde, cujos benefícios são o estímulo da micro-biota em profundidade, a aração biológica e maior produtividade agrícola. A maior produção vegetal acarreta um aumento da atividade rizosférica e os resíduos orgânicos adicionados ao solo influenciam de forma indireta o crescimento microbiano. (MOLTOCARO, 2007).

Lima et al. (1994) observaram que a biomassa microbiana evidenciou supremacia dos sistemas que mantêm cobertura morta à superfície do solo. Segundo eles, deu-se uma redução nos níveis de carbono para sistemas de cultivo como o plantio direto, cultivo mínimo e convencional, quando comparado a um ecossistema natural.

A biomassa microbiana fornece apenas uma estimativa quantitativa da diversidade de microrganismos, não considerando sua composição, ou a estrutura das comunidades microbianas. Assim, compreende-se ser necessário agregar ao conhecimento da biomassa microbiana informações sobre seus aspectos qualitativos, de forma a permitir uma avaliação mais adequada da qualidade de um solo (ZILLI et al, 2003).

4.3.4 Análise estatística comparativa de enzimas do solo

A análise estatística para os resultados das enzimas foi realizada com o objetivo da busca de mais confiabilidade na análise de um indicador de melhoria da qualidade do solo, mesmo que o intervalo de tempo tenha sido pequeno (Tabela 32 e Tabela 33).

Tabela 32 - Resultados da análise de enzima desidrogenase, polissacarídeo e biomassa microbiana em Abril/07.

PARCELA	Desidrogenase	Polissacarídeos	Biomassa
	µl de H/g de solo seco	mg/g de solo seco	µg C/g solo seco
P1	8,73 b	0,03 a	605,72 b
P2	9,52 b	0,03 a	458,19 c
P3	12,60 a	0,02 a	687,68 a
P4	14,10 a	0,09 a	633,82 ab
P5	3,68 cd	0,11 a	234,17 d
P6	2,58 d	0,04 a	456,63 c
P7	4,93 cd	0,02 a	288,03 d
P8	5,46 c	0,03 a	419,16 c
DMS	2,69	0,49	74,77
CV(%)	20,26	52,35	9,2

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo Laboratório de Microbiologia Ambiental - Embrapa Meio Ambiente. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5%. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

DMS - Diferença Mínima Significativa (fornece diretamente, em porcentagem, o valor a partir do qual a diferença entre dois tratamentos é significativa).

CV% - Coeficiente de Variação (permite comparar a dispersão dos dados).

Tabela 33 - Resultados da análise de enzima desidrogenase, polissacarídeo e biomassa microbiana em Novembro/07.

PARCELA	Desidrogenase	Polissacarídeos	Biomassa
	µl de H/g de solo seco	mg/g de solo seco	µg C/g solo seco
P1	4,26 bc	0,04 a	393,10 ab
P2	4,82 abc	0,05 a	371,61 ab
P3	6,34 ab	0,06 a	352,52 bcd
P4	7,21 a	0,05 a	412,20 ab
P5	2,69 c	0,02 a	279,31 d
P6	2,74 c	0,08 a	436,87 a
P7	3,32 c	0,03 a	293,63 cd
P8	3,62 c	0,04 a	360,47 bc
DMS	2,69	0,49	74,77
CV(%)	20,26	52,35	9,2

Fonte: Amostras coletadas nas áreas do experimento e analisadas pelo Laboratório de Microbiologia Ambiental - Embrapa Meio Ambiente.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si. A coloração mais intensa indica maiores níveis de significância.

Na comparação dos resultados entre as duas épocas verificamos que houve uma evolução das parcelas com plantio orgânico de café (P1, P2, P3 e P4) no sentido de maior equiparação aos resultados da parcela P8, convertida para plantio orgânico há mais tempo.

As parcelas de cultivo orgânico no Colégio Agrícola foram as que mais se destacaram em níveis de biomassa e desidrogenase, mantendo-se os teores de polissacarídeos sem diferenças para todas as parcelas.

As parcelas de plantio convencional de café (P5 e P7) não tiveram diferenças significativas no sentido da melhoria dos níveis de enzimas ou até reduziram com o passar do tempo.

4.4 Desenvolvimento da cultura

4.4.1 Altura das plantas, número de ramos e perímetro do caule.

O desenvolvimento da cultura do café e seus fatores relativos à produção são afetados, dentre outras coisas, pelos elementos climáticos ocorridos durante as diferentes fases fenológicas da cultura. Dessa maneira, a ocorrência e distribuição das chuvas, bem como a ocorrência de extremos de

temperaturas máxima e mínima, além da umidade do ar, vento e radiação solar, afetam o desenvolvimento da cultura (IAC/CIAGRO, 2007).

O desenvolvimento vegetativo na cafeicultura é influenciado pelo clima e pela incidência das principais pragas e doenças, as quais sofrem interferência dos fatores climáticos, principalmente a temperatura e precipitação (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

Neste trabalho, durante o ano de 2007 foram mensurados em três épocas distintas, os parâmetros referentes à altura das plantas, número de ramos e diâmetro do caule, que demonstram o desenvolvimento dos cafeeiros das parcelas do experimento e registrados nas Tabelas 34 e 35 e representados nos gráficos das Figuras 32 e 33.

Tabela 34- Altura das plantas e número de ramos dos cafeeiros.

Desenvolvimento da cultura							
Data	Características	Parcelas					
		P1	P2	P3	P4	P5	P7
mar/07	Altura (cm)	59,3	60,5	50,5	48,7	43,4	65,2
	Nº. ramos	20	20	16,1	17,2	12,2	19,7
ag/07	Altura (cm)	61,85	58,07	53,58	55,6	48,1	71,1
	Nº. ramos	24,2	21	19,6	19,2	15,6	26,8
dez/07	Altura (cm)	83,10	78,50	74,80	76,90	45,00	92,70
	Nº. ramos	32,60	31,20	25,60	29,00	17,30	40,20

Fonte: Dados coletados no local do experimento.

Os valores representam a média de dez plantas por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava;

Através desses registros observamos um desenvolvimento heterogêneo das parcelas do experimento, destacando-se a parcela P7 (café convencional de um produtor parceiro, em Avanhandava) com maior desenvolvimento na altura das plantas, com uma diferença final próxima a dez centímetros maior do que a parcela P1 (plantio orgânico no Colégio Agrícola, sem uso de leguminosas nas entrelinhas), sendo esta, superior às demais parcelas (P2, P3 e P4), ambas com cultivo orgânico e utilização de diferentes arranjos de leguminosas nas entrelinhas e a parcela (P5), com cultivo

convencional da área do Colégio Agrícola. Nota-se uma menor altura das plantas em dezembro, nesta parcela, por motivos de invasão de animais na área do experimento, em outubro de 2007.

O fato da parcela P1 se destacar em relação ao desenvolvimento das plantas pode estar associado a uma possível concorrência que as plantas das outras parcelas sofreram com as leguminosas implantadas e ocasionais déficits hídricos.

Avaliou-se, no Núcleo de Agronomia da Alta Paulista, no período de 1991 a 1993, a produção de café Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*, Pierre) submetido ao plantio intercalar dos adubos verdes. Os resultados mostraram que o guandu e a *Crotalária júncea* reduziram a produção de café, e o guandu, a altura e o diâmetro do caule do cafeeiro, o que não ocorreu com as demais leguminosas. As maiores quantidades de fitomassa seca foram produzidas por guandu e crotalária respectivamente. A produção de café correlacionou-se inversamente com a fitomassa seca das leguminosas e, positivamente, com a altura e o diâmetro do caule do cafeeiro (PAULO, 2001).

Outros fatores como as condições físicas do solo e manejo da cultura também influenciam no desenvolvimento das plantas. Problemas de solo compactado vão afetar o desenvolvimento das raízes, prejudicando conseqüentemente a parte aérea dos cafeeiros, reduzindo a altura das plantas, número de ramos e o perímetro do caule, assim como um manejo inadequado das ervas espontâneas vai resultar em competição por nutrientes e umidade, se os níveis de nutrição e de matéria orgânica do solo não estiverem satisfatórios (MATIELO, 1986).

No parâmetro “número de ramos”, também se registrou um maior valor para a parcela P7, a partir de agosto/07, seguido pelas parcelas de cultivo orgânico, de uma forma um pouco mais homogênea, porém, também aqui se sobressaindo a parcela P1.

Quanto à parcela P5 (café convencional na área do Colégio Agrícola), é necessário registrar que houve uma interferência no experimento pela invasão de bovinos, em outubro/07, o que danificou as plantas e, portanto,

desconsideramos os registros de altura das plantas e número de ramos referentes a dezembro/07, desta parcela.

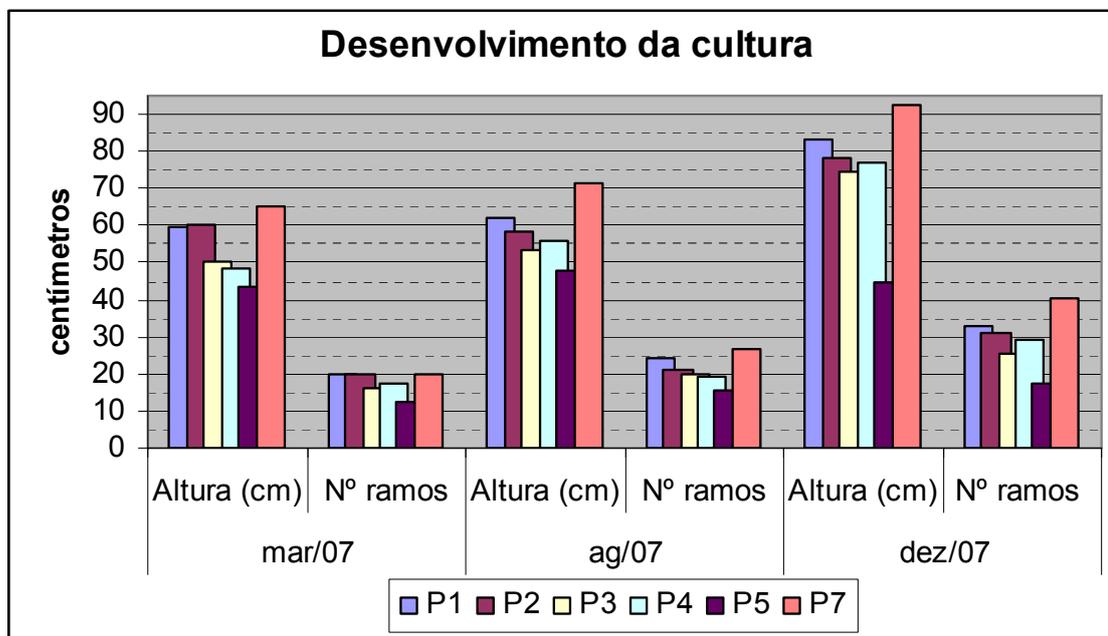


Figura 32 – Gráfico da evolução da altura das plantas e número de ramos dos cafeeiros durante o experimento. Média de dez plantas por parcela.

Quanto ao perímetro do caule, também mensurado como um parâmetro de desenvolvimento da cultura (Tabela 35) e representado no gráfico da Figura 33, complementa as observações sobre o desenvolvimento dos cafeeiros nos diferentes tratamentos.

Tabela 35 - Perímetro do caule dos cafeeiros a 5 centímetros do nível do solo.

Desenvolvimento da Cultura - perímetro do caule (cm)						
Época	P1	P2	P3	P4	P5	P7
mar/07	7,00	7,34	5,63	5,74	4,71	6,25
ago/07	6,99	6,30	5,58	5,71	5,01	8,10
de/07	9,40	8,15	7,75	8,90	6,30	9,60

Fonte: Dados coletados no local do experimento. Os valores são a média de dez plantas por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava;

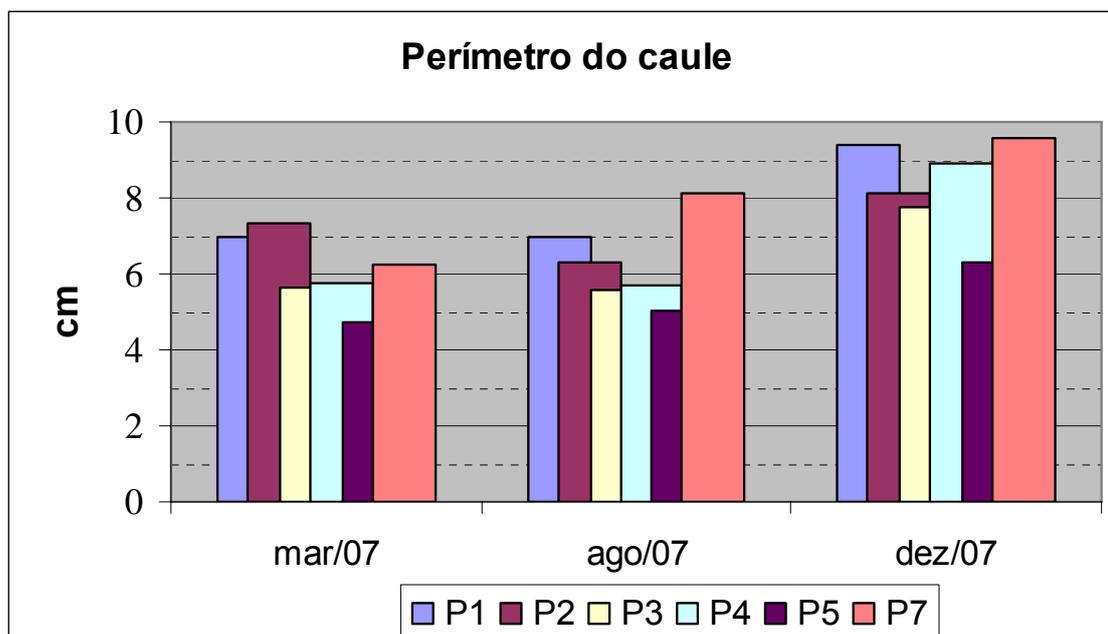


Figura 33 - Gráfico da mensuração dos perímetros dos caules dos cafeeiros.
Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira mensuração do perímetro do caule realizado em março/07 constatou-se que as parcelas P1 e P2 sobressaíram-se em relação às outras, mas nas outras épocas analisadas observamos que a parcela P7, de café convencional de um produtor parceiro em Avanhandava, destaca-se pelo maior valor, sendo próximo os valores da parcela P1, com apenas ervas espontâneas nas entrelinhas e a parcela P4, com bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas.

4.4.2 Aspectos fitossanitários

A partir do mês de maio/07 observamos sintomas de seca de ponteiros e morte de ramos dos cafeeiros (Figura 35a e 35b), nas parcelas P1, P2, P3, P4 e P5, respectivamente as de cultivo orgânico e a de cultivo convencional na área do Colégio Agrícola e, em virtude disso relacionamos o comportamento climático na área do experimento (Figura 34), para possíveis vinculações com os problemas sanitários observados.

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 como manejo da lavoura, nutrição e carga pendente também é importante para a 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 (IAC/CIAGRO, 2007).

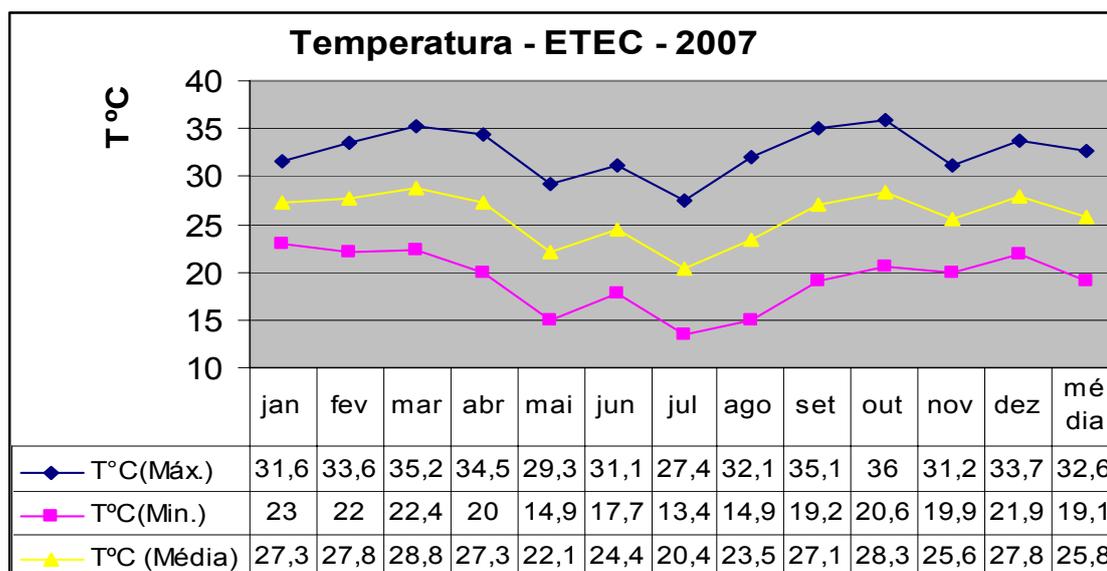


Figura 34 – Gráfico das temperaturas máxima, mínima e média no ano de 2007 no local do experimento.

Fonte - ETEC João Jorge Geraissate – Penápolis/SP.

Pelos sintomas apresentados e, na busca de possíveis causas optamos por analisar o sistema radicular (Figura 35b) para observação do seu desenvolvimento, o que poderia justificar a morte dos ramos pelo pequeno porte apresentado e, visto que não ocorreram chuvas durante o mês de junho agosto e setembro (Figura 26) e uma ligeira elevação da temperatura, o que poderia levar os cafeeiros a uma poda natural, apesar do sistema de gotejamento instalado na área do experimento, porém com redução da vazão do manancial que abastece o sistema e, conseqüentemente, menor bombeamento para irrigação.

Outra hipótese das causas do secamento de ramos (Figura 35a) é a deficiência nutricional causada pelo atraso no plantio das mudas, em relação ao tempo de preparo dos sulcos e falta de recursos para a reposição dos

insumos no solo. O tempo recomendado está em torno de 45 dias e nesse caso foi de aproximadamente 120 dias, o que provavelmente tenha sido consumido os nutrientes do composto aplicado. Esse fato ocorreu pelo atraso na disponibilidade das mudas provenientes do Colégio Agrícola de Garça/SP.

Observamos que a maior parte do sistema radicular atinge aproximadamente vinte centímetros de profundidade (Figura 35b) e, pelo estágio de desenvolvimento da cultura não podemos concluir se está pouco desenvolvido e que seria a causa principal dos problemas de seca de ramos nas plantas.



Figura 35a – Foto de cafeeiros com sintomas de seca de ponteiros.
Fonte: Foto do experimento.



Figura 35b – Foto do sistema radicular de cafeeiro.

A seca de ponteiros e de ramos laterais, conhecidas também por “Die Back”, é causada por um complexo de fatores, sobressaindo-se as condições climáticas desfavoráveis, condições do solo, má nutrição das plantas e ocorrência de pragas e doenças (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

A observação do sistema radicular de plantas espontâneas coletadas na área do experimento e das raízes de cafeeiros, pouco desenvolvidos, mostra algumas deformações nas plantas, causadas possivelmente por problemas de densidade do solo e/ou agressões físicas nas raízes por ocasião do plantio das mudas de café (Figura 36a e 36b)



Figura 36a – Foto do sistema radicular de plantas espontâneas (*Sida sp.*).
Fonte: Fotos do local do experimento.



Figura 36b – Foto do sistema radicular de cafeeiros com morte de ramos.

A seca de ponteiros ocorre em duas épocas principais: nos períodos de inverno chuvosos, que prolongam o ciclo vegetativo da planta, quando as folhas novas são mais sujeitas ao frio, aos ventos e à entrada de fungos e bactérias, e na época de granação dos frutos, quando os ramos carregados se esgotam, desfolham e apresentam morte descendente. Nesse caso, a gravidade é maior em lavouras com as primeiras produções, quando as relações sistema radicular/parte aérea e folhas/frutos são pequenas, nas áreas mais quentes, em que a granação é rápida e quando os solos apresentam algum impedimento, como sendo muito argilosos, muito arenosos ou com camadas adensadas (MATIELLO, 1986).

Normalmente fatores como temperatura baixa e alta umidade relativa são originadas de chuvas contínuas e de baixa intensidade e que ocorrem principalmente por entrada de frentes de ar frio. Também os ventos sul e sudoeste que são normalmente frios e prolongados, atingindo lavouras situadas em locais desprotegidos, constituem fator importante no desenvolvimento da doença (CARVALHO, 2007).

O ataque de um complexo de fungos e bactérias pode ser primário ou secundário, nesse caso agindo sobre os tecidos já debilitados por causas fisiológicas (desnutrição, frio, etc.). Podem estar associados à seca de ponteiros os fungos *Colletotrichum coffeanum* ou *C. gloesporioides*, *Cercospora coffeicola*, *Phoma sp*, *Ascochita sp* e a bactéria *Pseudomonas*

seringae pv. *Garcae*, sendo comum encontrar vários juntos. Os ramos atacados apresentam, nos internódios, manchas escuras e deprimidas, que evoluem para o pecíolo das folhas e para o pedúnculo dos frutos, mumificando-os. No caso específico do *Colletotrichum*, ele é encontrado como saprófita, habitando a casca dos ramos do cafeeiro e passando a atacar ramos, folhas e frutos, penetrando-os através de ferimentos ou lesões de outras doenças e pragas ou tecidos já enfraquecidos, principalmente em períodos de umidade elevada. A antracnose, doença típica de frutos, causada por estirpes virulentas de *Colletotrichum*, não ocorre como problema para a cafeicultura brasileira (MATIELLO; ABREU; ANDRADE, 1979).

Temperaturas abaixo de 24° C e umidade relativa próxima a 100%, favorecem a doença. Durante o ano essas condições favoráveis ocorrem nos meses de março/abril e setembro outubro. Nessas épocas espera-se que possa ocorrer ataque da doença, porém dependendo da região e condições de clima específico, a doença pode evoluir em outros meses. Ressalta-se, no entanto, que dentro de uma mesma propriedade ou lavoura, possa existir talhões com ambiente específico e serem mais propício ao ataque da Phoma (CARVALHO, 2007).

Durante o mês de maio/07 ocorreram condições climáticas de alta umidade e temperaturas amenas, com temperatura mínima abaixo de 15°C (Figura 34), que aliados com outros fatores de solo, nutricional e doenças, podem ter desencadeado os problemas de seca de ponteiros ocorridos na área do experimento.

Para se avaliar a intensidade de ataque da seca de ramos foi realizado um levantamento no mês de julho, das plantas afetadas em cada parcela (Figura 37) considerando-se as áreas de amostragens, a quantidade de cem plantas por parcela, situadas em duas linhas de cinqüenta plantas cada uma, e respeitando-se as bordaduras.

As plantas infestadas apresentaram diversas reações, desde a recuperação parcial, com brotação dos ramos, emissão de brotos laterais, deformação pela falta dos ramos mais atacados (os mais baixos) e até a morte de plantas, sendo esse último sintoma avaliado em aproximadamente vinte por

cento das plantas atacadas. Essas plantas foram substituídas por outras mudas formadas na própria Escola, como parte das bases tecnológicas desenvolvidas pelos cursos técnicos ministrados.

A parcela mais infestada foi a P4, com utilização de bananeiras e leguminosas nas entrelinhas, porém na época da ocorrência dos sintomas da doença, as plantas intercalares ainda estavam com um porte pequeno, não servindo ainda como um quebra-vento. As outras parcelas com cultivo orgânico e com utilização de guandu nas entrelinhas (P2 e P3), que poderia servir de quebra-vento também não protegeu os cafeeiros, visto que essas parcelas tiveram também um alto índice de infestação, assim como a parcela P5, com cultivo convencional na área da ETEC, porém sem uma aplicação mais efetiva de agrotóxicos visando à prevenção de doenças.

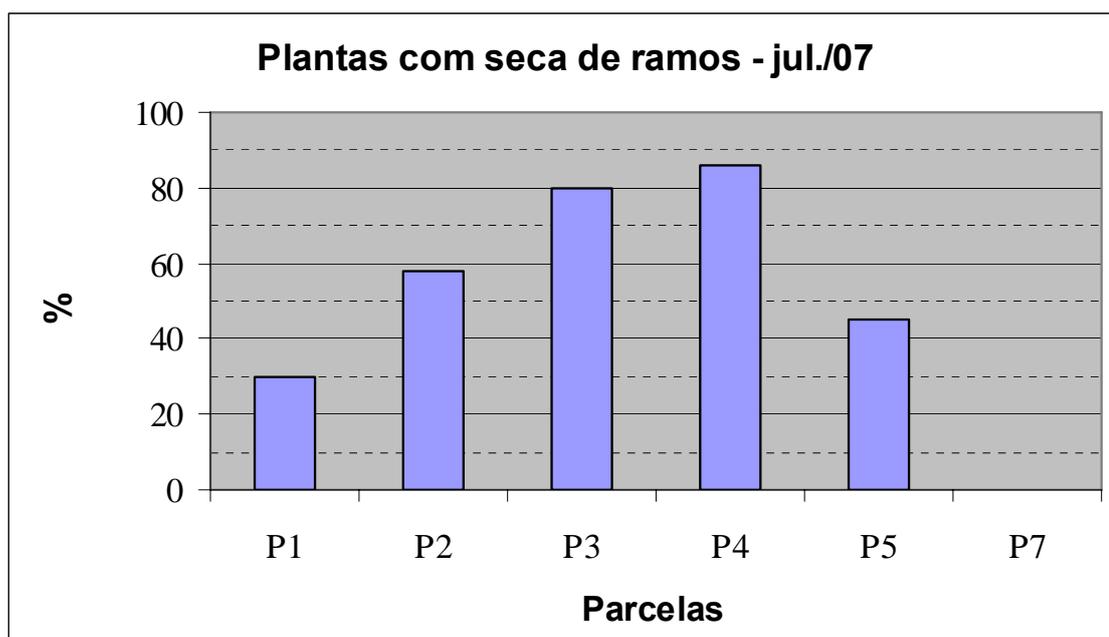


Figura 37 - Gráfico da porcentagem de plantas com sintomas de seca de ponteiros. Os dados são os resultados da contagem do número de plantas com algum sintoma, considerando o total de 100 plantas avaliadas por parcela.

Fonte - Dados coletados no experimento.

Obs: Na parcela P7 não existem plantas com sintomas de seca de ponteiro.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava;

A formação racional de quebra-ventos é uma boa opção para áreas já formadas ou em formação. Ainda como medida preventiva recomenda-se fazer adubações equilibradas nas lavouras, evitando o desequilíbrio nutricional e, assim, o esgotamento dos ramos produtivos, o que abriria porta para entrada do fungo (CARVALHO, 2007).

A parcela P1, com apenas plantas espontâneas nas entrelinhas, foi menos afetada do que as outras possivelmente pela maior diversidade de plantas e manejo mais freqüente com a roçadeira e, portanto, provavelmente uma menor competição dos cafeeiros com outras plantas, como no caso das leguminosas que somente foram roçadas no final do ciclo. A parcela P7, com cafeicultura convencional de um produtor parceiro em Avanhandava, não sofreu nenhum ataque da doença, pela provável prevenção de freqüentes pulverizações com agrotóxicos que o produtor faz.

Pesquisas também estão sendo realizadas em conjunto com o Instituto Biológico (IB), nas principais regiões produtoras de São Paulo, no sentido do entendimento e da caracterização do problema de queda de frutos e seca de ramos e da busca de fontes de resistência genética a estes distúrbios, cujas causas, bióticas e abióticas, ainda precisam ser esclarecidas (PETEK; PATRÍCIO, 2007).

Outro aspecto fitossanitário observado no experimento foi o levantamento do ataque de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), com a contagem das minas totais e as que continham larvas vivas, nos meses de janeiro e agosto/08 (Tabela 36 e 37).

O controle de bicho mineiro foi realizado com a aplicação via pulverização foliar de calda sulfocálcica a 2,5% nos meses de agosto/06, maio/07 e outubro/07, conforme o cronograma das atividades realizadas no experimento (Tabela 11), sendo que ocorreu um atraso na última aplicação pela dificuldade de encontrar o produto na região, porém com infestação baixa da praga nessa época.

Tabela 36 – Levantamento do ataque de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), em jan./08.

Lesões de bicho mineiro nas folhas dos cafeeiros - janeiro/08							
Lesões/ parcelas	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8
sem larvas vivas	115	61	52	33	1	4	7
com larvas vivas	3	3	0	0	0	0	0
% sem larvas vivas	97,46	95,31	100	100	100	100	100
% com larvas vivas	2,54	4,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte - Dados coletados no experimento. Os valores representam o total de lesões, de vinte plantas por parcela, com exame do 3º ou 4º par de folhas de cinco ramos/planta, num total de 200 folhas examinadas por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8 – Parcela com café orgânico no município de Garça/SP.

A parcela com maior número de minas totais de bicho mineiro foi a P1, com cento e quinze lesões (57,5% de folhas atacadas) e uma porcentagem de 2,54% de minas com larvas vivas, e a parcela P2 com sessenta e uma lesões totais (30,5% de folhas atacadas) e 4,69% de lesões com larvas vivas, porém ocorreu pouca desfolha (Figura 38).

Nas parcelas P5, P7 e P8 foram encontradas um baixo número de lesões nas plantas examinadas e sem nenhuma larva viva.

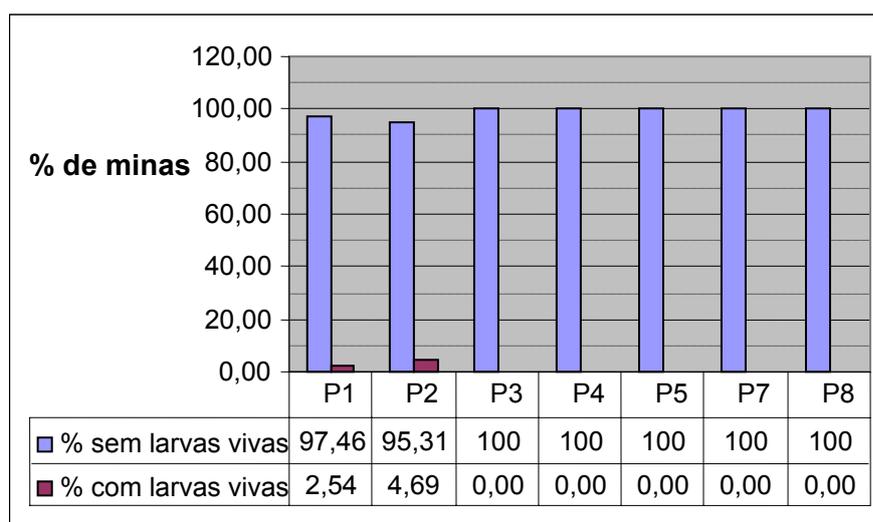


Figura 38 - Gráfico da porcentagem de minas de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), em janeiro/08.

Fonte - Dados coletados no experimento.

Os valores representam o total de lesões, de vinte plantas por parcela, com exame do 3º ou 4º par de folhas de cinco ramos/planta, num total de 200 folhas examinadas por parcela.

Na época mais seca e mais fria do ano, a infestação por bicho mineiro é mais acentuada (NUNES et al, 2005), confirmando com o levantamento realizado em agosto/08 em que observamos uma maior infestação da praga.

Como esse levantamento ocorreu em uma época de verão e menor ataque de bicho mineiro e, para comparação de dados, foi então realizado outro levantamento em agosto/08, época de maior intensidade de ataque da praga (Tabela 37).

Tabela 37 – Levantamento do ataque de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), em agosto/08.

Lesões de bicho mineiro nas folhas dos cafeeiros - agosto/08							
Lesões / parcelas	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8
minas sem larvas	597	700	677	315	159	31	101
com larvas vivas	7	28	31	10	8	3	4
% sem larvas vivas	98,84	96,15	95,62	96,92	95,21	91,18	96,19
% com larvas vivas	1,16	3,85	4,38	3,08	4,79	8,82	3,81

Fonte - Dados coletados no experimento. Os valores representam o total de folhas com lesões, de vinte plantas por parcela, com exame do 3º ou 4º par de folhas de cinco ramos/planta, num total de 200 folhas examinadas por parcela.

A planta sofrendo desfolha drástica enfraquece e será muito exigida para a reposição das folhas perdidas levando-a, conseqüentemente, à exaustão e a uma menor longevidade do cafeeiro (RENA; MAESTRI, 1986).

A parcela P4 sofreu menor infestação, dentre as parcelas de cultivo orgânico, em quantidade de lesões, porém em porcentagem de minas com larvas vivas a parcela P1 teve menor índice (Figura 39).

As parcelas de cultivo convencional apresentaram menores quantidades de minas sem larvas vivas, porém em porcentagem de minas com larvas vivas foram superiores às de cultivo orgânico, destacando-se a parcela P7, de cultivo convencional do produtor parceiro.

A parcela P1, onde não se utilizou leguminosas nas entrelinhas, a proporção foi a menor de todas, já na parcela P7, de café convencional apresentou-se com uma quantidade pequena de lesões totais em relação às outras, porém, a proporção de larvas vivas foi a maior.

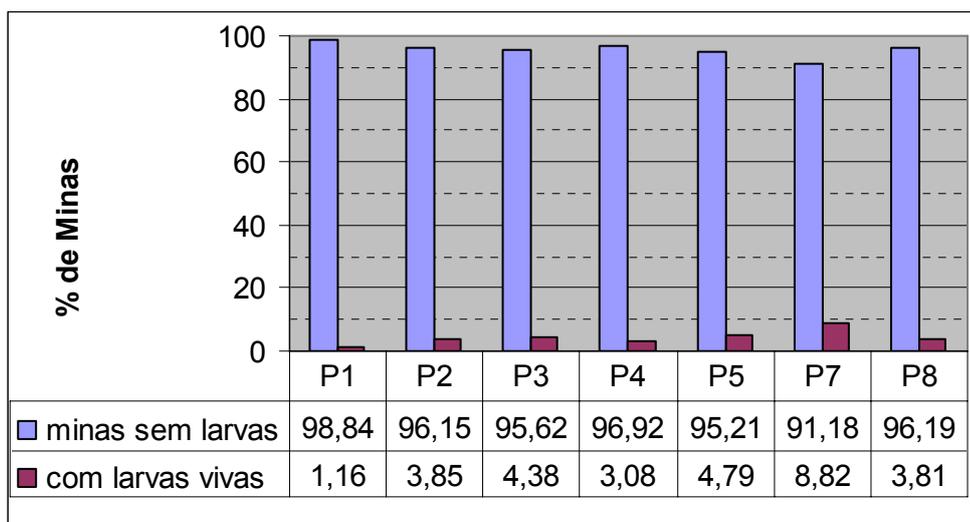


Figura 39 – Gráfico da porcentagem de minas de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), em agosto/08.

Os valores representam o total de folhas com lesões, de vinte plantas por parcela, com exame do 3º ou 4º par de folhas de cinco ramos/planta, num total de 200 folhas examinadas por parcela.

Fonte - Dados coletados no experimento.

Possivelmente esse resultado esteja em função de uma maior diversidade de plantas espontâneas na parcela P1 que possibilita mais refúgio para inimigos naturais e, a parcela P7 com controle químico deve ter prejudicado esses insetos benéficos.

Neste experimento verificamos também que o ataque de cercosporiose foi baixo em janeiro/08 e praticamente inexistente em agosto/08. No primeiro levantamento a parcela P1 (apenas com plantas espontâneas nas entrelinhas) foi a que sofreu maior incidência, com 4,0% das folhas com lesões da doença, dentre duzentas folhas examinadas.

Nas parcelas P3, P4, P5 e P8 foram encontrados índices respectivos de 0,5%, 1,0%, 1,5% e 1,0%, indicando baixa intensidade do ataque e, nas parcelas P2 e P7 não foram encontrados nenhuma lesão da doença. A parcela P7, é pulverizada regularmente de forma preventiva pelo produtor (Figura 40).

Analisando o aspecto nutricional e sanitário das plantas de cafeeiros, de maneira geral, nota-se que as parcelas cultivadas com princípios agroecológicos e também a de convencional, na área do Colégio Agrícola, apresentam-se com um desenvolvimento desuniforme e sintomas de infestação, mesmo que não muito acentuado, por bicho mineiro.

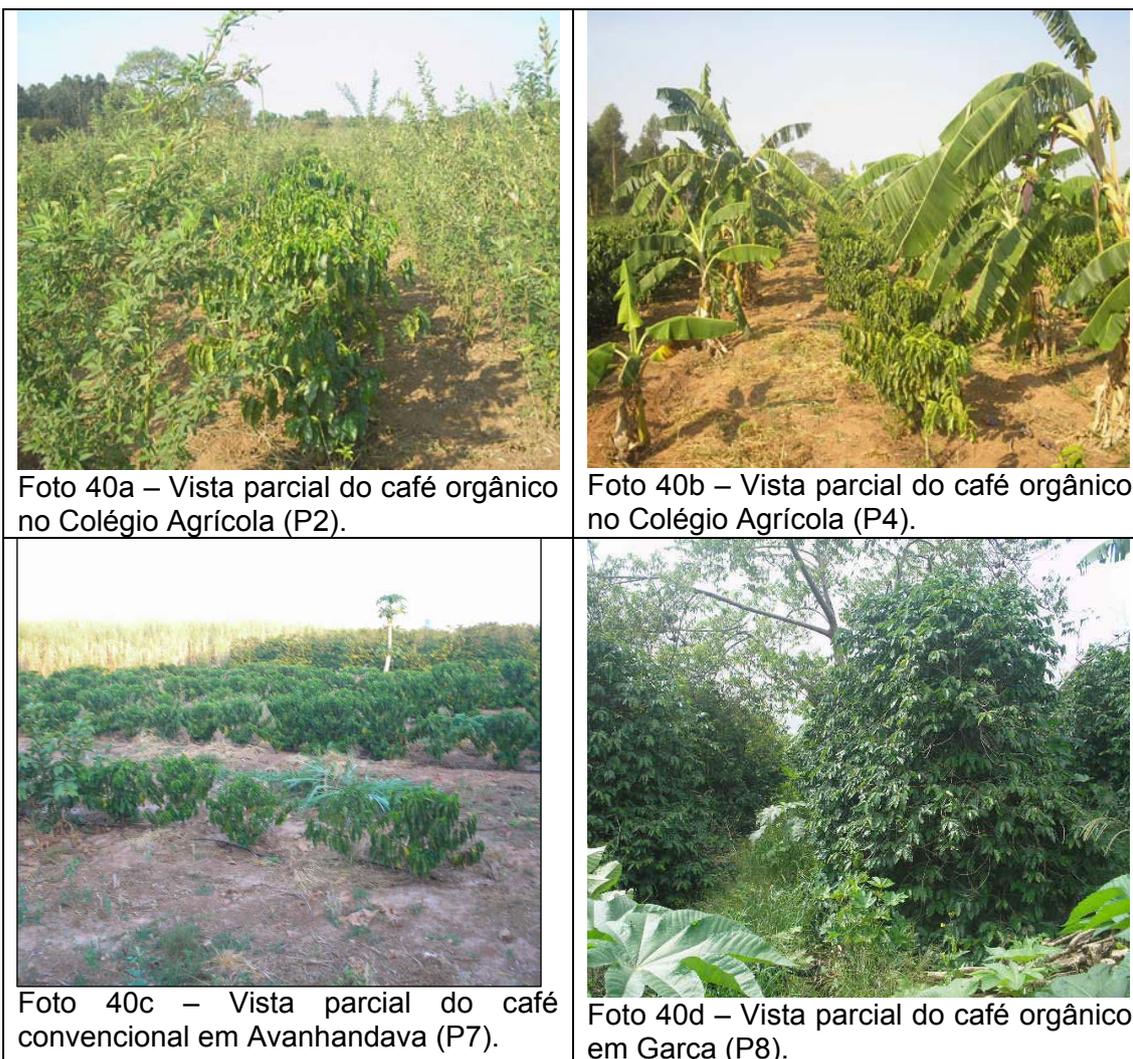


Figura 40 - Fotos da vista parcial de parcelas do experimento.
Fonte: Foto do experimento.

Há aparentemente uma carência nutricional das plantas, pelo aspecto e susceptibilidade a doenças e pragas, provavelmente pela falta de uma melhor recuperação do solo do local, antes da implantação da cultura, apesar deste apresentar-se com alguma melhora na qualidade em relação à época anterior ao início do experimento, porém ainda não em situação ideal de fertilidade e nível de matéria orgânica, conforme discutido no índice das análises químicas deste capítulo.

4.5 Entomofauna

Os resultados da coleta de insetos da superfície do solo são a média de cinco repetições por parcela, ou seja, cinco frascos instalados por parcela e, depois foram classificados em classe, ordem, espécie e número de indivíduos (Figura 41).

A mata nativa (P6) foi a parcela com menor número de insetos capturados, provavelmente pelo fato de o solo da mata nativa ser recoberto pela serrapilheira, um material morto que normalmente não serve mais como alimento para insetos, pois está em decomposição, por isso não deve atrair um maior número de artrópodes, nem pragas ou seus predadores, mas sim microorganismos decompositores.

A parcela com café orgânico em Garça (P8), apresentou um número pequeno de insetos se comparado com as outras de cultivo orgânico e é semelhante aos números da parcela de cultivo convencional (P7), sendo superior apenas no número de insetos. As parcelas de cultivo orgânico (P1, P2, P3 e P4) e a de cultivo convencional (P5), localizadas na área do Colégio Agrícola mostraram maiores quantidades e diversidades de insetos.

Nas parcelas com maiores quantidades e diversidade de insetos o solo possuía intensa cobertura vegetal, seja de plantas espontâneas ou com leguminosas, o que deve oferecer maiores condições de alimentação e abrigo aos insetos, enquanto que as parcelas P7 e P8 sempre estiveram com o solo descoberto nas entrelinhas. Aparentemente uma maior quantidade e diversidade de plantas nas entrelinhas, promoveram maiores quantidades e diversidades de insetos, independente da cultura ser orgânica ou convencional e, um solo descoberto nas entrelinhas dos cafeeiros surtiu efeito de menores quantidades e diversidades de insetos, independente de cultivo orgânico ou convencional.

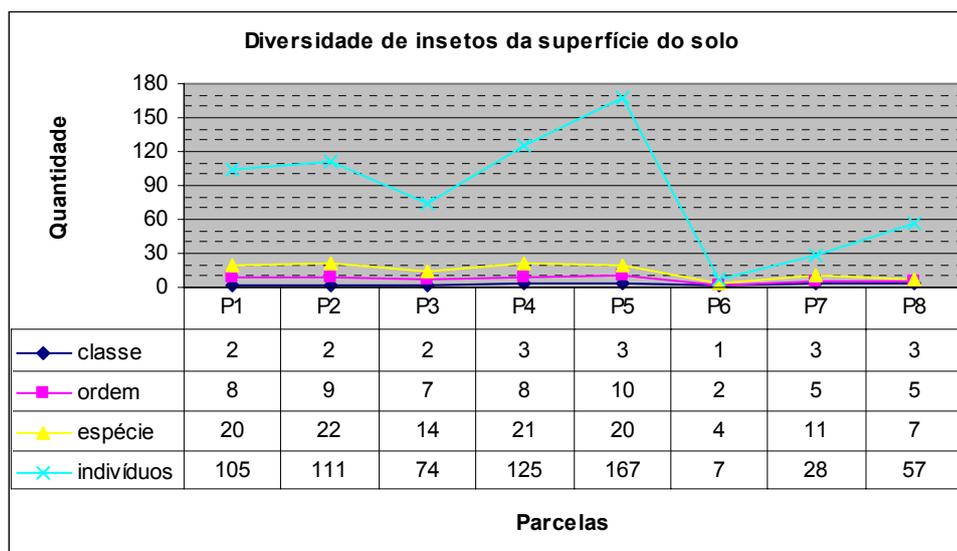


Figura 41 – Gráfico da diversidade de insetos na superfície do solo nas parcelas do experimento, no mês de janeiro/08.

Fonte- Dados coletados no experimento.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela com mata natural na área da Escola Técnica; P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava; P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

A parcela (P5), de cultivo convencional, apresentou maior número de insetos do que as de cultivo orgânico, provavelmente em função de que o tempo mais chuvoso nessa época promoveu um maior desenvolvimento das ervas espontâneas nas entrelinhas dos cafeeiros, e ficaram sem o devido manejo em função das férias escolares. Outra justificativa da maior quantidade de insetos apresentados nessa parcela foi o grande número de formigas cortadeiras (saúvas), que foram atraídas para os frascos coletores, aumentando assim o número de indivíduos capturados.

A quantidade de saúvas encontradas nas armadilhas dessa parcela foi de setenta indivíduos, resultando em quarenta e dois por cento do total dos indivíduos da P5. Portanto se descartarmos essa quantidade temos a parcela P4 como a de maior incidência de insetos da superfície, seguida da P2 e P1.

Somando-se todos os indivíduos capturados, da classe insecta, contabilizou-se que 70% são da ordem Hymenóptera, 13% Coleópteros, 6,6% Orthoptera, 3,1% Hemíptera, 2,3% Lepdóptera, 1,8% Isóptera e os restantes distribuídos entre as ordens Homóptera, Díptera, Blatodea e Dermáptera.

4.6 Custos de implantação

Nesse item, o objetivo foi comparar economicamente o processo de implantação, durante os dois primeiros anos, do café orgânico no Colégio Agrícola de Penápolis, considerando os custos da implantação das parcelas P1, P2, P3 e P4, que totalizam uma área de um hectare e, uma lavoura de café convencional, considerada como parcela P7, com oitocentas plantas, na propriedade de um agricultor parceiro, no município de Avanhandava/SP.

O cálculo dos custos da lavoura convencional, para se equiparar à área de um hectare, será convertido proporcionalmente para a quantidade de plantas que ocupariam a mesma área que o café orgânico.

A pesquisa se baseia nos custos em curto prazo, e considerando que os custos fixos são aqueles correspondentes aos recursos que têm duração superior ao curto prazo e, portanto, sua renovação só é verificada em longo prazo. Nesse caso, não serão consideradas as despesas com terras, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos, taxas fixas e animais de trabalho. Os custos variáveis têm duração inferior ou igual ao curto prazo, sendo, portanto, sua recomposição feita a cada ciclo do processo produtivo. Referem-se aos gastos com insumos e serviços de modo geral, como: sementes, defensivos, fertilizantes, serviços prestados por mão-de-obra braçal, técnica e administrativa, aluguel de máquinas, de equipamentos e de animais de trabalho, e despesas gerais (Tabela 38), como combustíveis, lubrificantes, energia elétrica, gastos com reparos e conservação, etc... (MARQUES; CASTRO JÚNIOR; REIS, 2001).

Tabela 38 – Atividades, quantidades e valores da mão-de-obra e hora/máquina para implantação de um hectare de café com princípios agroecológicos, durante 2 anos.

	Atividades	Quantidade	Valor (R\$)
Mão-de-obra (Nº. diárias)	Adubação no sulco, plantio, capinas	58	1.450,00
	Controle fitossanitário	13	325,00
	Aplicação de corretivos e composto	21	525,00
	Plantio de leguminosas e bananeiras	10	250,00
	Manejo das leguminosas	06	150,00
	Sub-total	102	2.700,00
Mecanização *Hora/Máquina	Preparo solo: plantio café e leguminosas	28	614,60
	Manejo plantas espontâneas e leguminosas nas entrelinhas	12	263,40
	Sub-total	50	878,00
TOTAL			3.578,00

Fonte : Valor da diária da região (IEA)

* Hora/máq.Valor= R\$ 21,95 (cálculo dos custos = Depr.+ Comb.+ Man.+ Op.).

Tabela 39 – Atividades, quantidades e valores da mão-de-obra e hora/máquina para implantação de um hectare de café no sistema convencional, durante 2 anos.

	Atividades	Quantidade	Valor R\$)
Mão de obra (Nº. diárias)	Plantio do café abr/06;	15	375,00
	Capina nas linhas	36	900,00
	Aplicação de herbicida;	08	200,00
	Aplicação de inseticida;	06	150,00
	Adubação	08	200,00
	Sub-total	73	1.825,00
Mecanização *Hora/máquina	Aplicação de calcário	01	21,95
	Sulcamento para o plantio do café	04	87,80
	Aração/gradagem	08	175,60
	Aplicação de agrotóxicos	28	614,60
	Sub-total	41	899,95
TOTAL			2.724,95

Fonte : Valor mão-de-obra (IEA)

Hora/máq.Valor = R\$ 21,95 (cálculo dos custos= Depr.+ Comb.+ Man.+ Op.).

As Tabelas 38 e 39 demonstram as atividades, quantidades de mão-de-obra, de horas/máquina e custos para a implantação da lavoura de café em moldes agroecológico e no convencional.

Os dados da Tabela 38 foram registrados durante o estudo e são referentes às parcelas P1, P2, P3 e P4, localizadas no Colégio Agrícola e, as informações da Tabela 39 foram fornecidas pelo Senhor Gilberto Cavaliero Rossi, agricultor e parceiro nesse projeto, considerando-se o mesmo valor da

mão-de-obra e da hora/máquina (calculada com base nos custos de depreciação, combustível, manutenção e salário do operador).

Observamos que nesses custos, a mão-de-obra foi bastante significativa no cultivo orgânico, atingindo um valor 67,5% superior, em relação ao sistema convencional e o valor do custo da mecanização ficaram próximos nos dois sistemas, sendo que no convencional foi superior em apenas 2,5%, devido uma grande utilização do trator para o manejo (roçada), nas entrelinhas dos cafeeiros, para preparo do solo para o plantio e incorporação das leguminosas e o controle das ervas espontâneas.

Tabela 40 – Quantidades e preços de insumos utilizados na formação de um hectare de café com princípios agroecológicos.

INSUMOS UTILIZADOS NO CAFÉ COM PRINCÍPIOS AGROECOLÓGICOS			
INSUMOS	QUANTIDADE (UN.)	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Mudas de café (un.)	3125,0	0,18	562,50
Calcário (ton.)	4,5	64,50	290,25
Termofosfato Yorin (ton.)	160,0	985,71	157,70
Gesso (ton.)	0,5	75,00	37,50
Composto produzido Coleg. Agr.(ton.)	45,00	28,35	1.275,75
Calda bordalesa (kg) (CuSO ₄)	0,4	7,00	2,80
Calda Sulfocálcica (L)	6,0	1,60	9,60
Biofertilizante Super magro (L)	10,0	7,00	70,00
Sementes de leguminosas (kg)	20,0	4,00	80,00
TOTAL			2.486,10

Fonte: Dados registrados durante o desenvolvimento do projeto.

Nas Tabelas 40 e 41 estão discriminados os insumos, as quantidades, os preços unitários e os preços totais para a formação da lavoura, durante os dois primeiros anos, para o café orgânico e o convencional.

O custo do composto utilizado para o café orgânico foi considerado como sendo a mão-de-obra no preparo da mistura do esterco bovino com restos vegetais, o manejo da compostagem e o transporte desse material.

Tabela 41 – Quantidade e preços de insumos utilizados na formação de um hectare de café no sistema convencional (Parcela P7).

INSUMOS	QUANTIDADE (UN.)	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Mudas (un.)	3125,0	0,25	781,25
Calcário (ton.)	2,0	64,50	129,00
Gesso (ton.)	1,7	75,00	127,50
Esterco produzido na propriedade (ton.)	15	28,35	425,25
Adubo Super Simples (ton.)	0,50	732,95	366,48
Adubo Cloreto de Potássio (ton.)	0,10	1.158,61	115,85
Adubo 20-5-20 (ton.)	0,50	1.153,33	576,66
Sulfato de Amônio (ton.)	0,25	898,74	225,00
Nitrato de Amônio (ton.)	0,50	780,00	390,00
Adubo foliar Nitrofétil (1 L)	1,0	45,00	45,00
Herbicida Roundup (L)	9,6	16,43	157,73
Abamectina	1,2	308,31	370,00
TOTAL			4.659,21

Fonte: Dados fornecidos pelo produtor parceiro.

O custo dos insumos totais ficou maior em 46,64% para o cultivo convencional em relação ao orgânico, destacando-se os custos dos adubos químicos e agrotóxicos. As quantidades dos agrotóxicos e adubos utilizados pelo produtor foram de acordo com a recomendação do técnico responsável, conforme análises do solo no caso dos fertilizantes e dosagens indicadas pelos fabricantes dos produtos químicos.

A Tabela 42 possui os dados de comparação dos custos de insumos, mão de obra e hora/máquina consumidas para a formação de um hectare de café no sistema orgânico e no cultivo convencional, do produtor parceiro em Avanhadava/SP.

A mão-de-obra é o item que mais onera a cultura do café cultivado em sistema com princípios agroecológicos, pois dela depende todas as atividades desenvolvidas, desde o preparo do solo, preparo e plantio das mudas de café, semeadura de leguminosas, identificação e seleção de materiais disponíveis na propriedade para a produção e aplicação do adubo compostado, preparo e aplicação manual de biofertilizantes e caldas naturais, capinas, roçadas e outras atividades afins.

Tabela 42 – Custos da mão-de-obra, hora/máquina e aquisição dos insumos e materiais para a formação de um hectare de café no sistema convencional e princípios agroecológicos.

DISCRIMINAÇÃO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA ORGÂNICO
Mão-de-obra	1.825,00	2.700,00
Hora/máquina	899,95	878,00
Adubação química	1.718,99	0,00
Adubação compostagem	425,25	1.275,75
Agrotóxicos	527,73	0,00
Caldas naturais	0,00	82,40
Sementes de leguminosas	0,00	80,00
Mudas	781,25	562,50
Corretivos	256,50	485,45
TOTAL	6.434,67	6.064,10

Fonte: Dados do experimento.

Observamos que o sistema agroecológico é mais exigente em mão-de-obra e matéria orgânica, porém nos custos totais é mais vantajoso pela não utilização de adubos químicos e agrotóxicos (Figura 42).

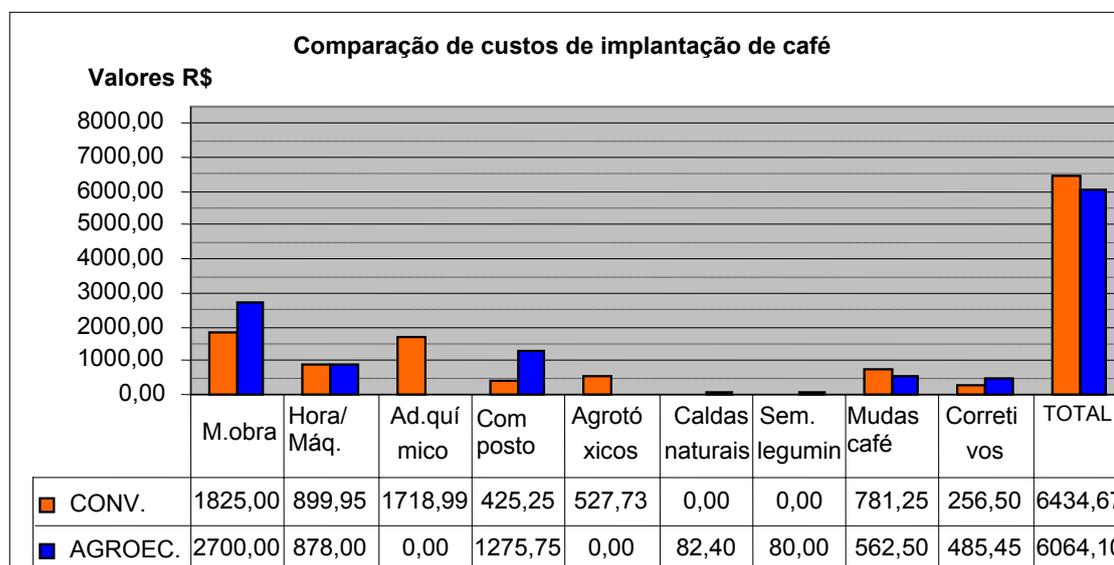


Figura 42 - Gráfico dos custos de implantação, em R\$, para um hectare de café no sistema convencional e em moldes agroecológico.

Fonte: Dados do experimento.

Os valores foram obtidos de fontes do IEA, referentes a novembro/ 2007.

Os valores de implantação da cultura do café em moldes agroecológicos e convencionais, obtidos nesse experimento, possuem

consonância com os valores dos custos de produção de cafés nesses estilos, demonstrados pelo Professor Enrique Ortega da Unicamp (Figura 43).

Em seu trabalho: “Análise emergética e contábil da produção de café agroquímico e agroecológico no nordeste do Estado de São Paulo” (2003), o professor demonstra que os custos de produção para um hectare de café nos modelos agroquímicos e agroecológicos vêm confirmar maiores custos para o modelo convencional e as vantagens da produção de café em moldes agroecológicos.

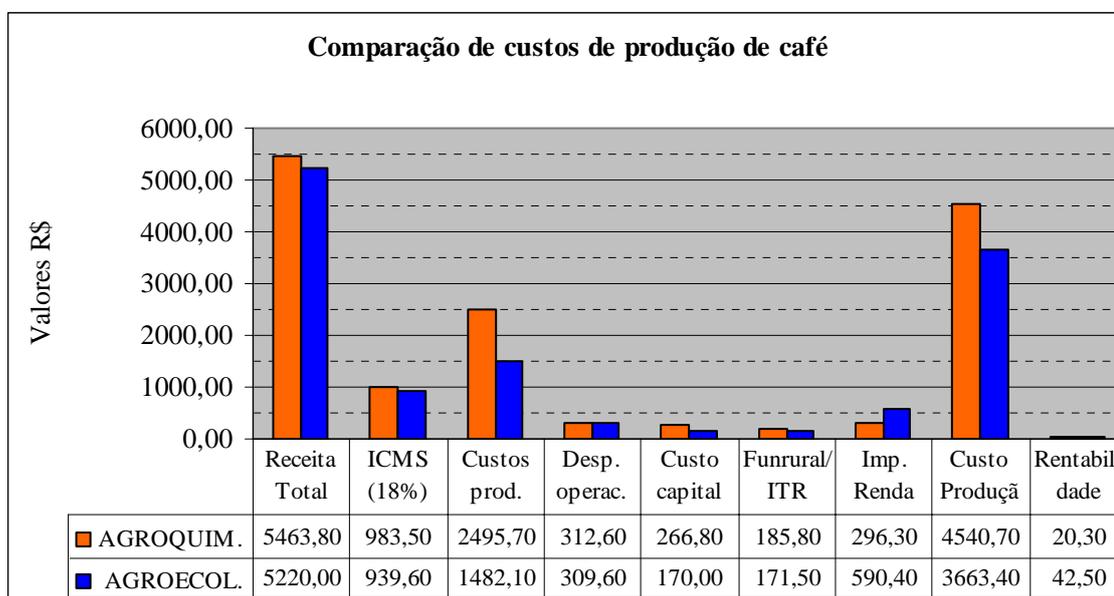


Figura 43 - Gráfico dos custos de produção para 1 Ha de café nos modelos agroquímico e agroecológico.

Fonte: Adaptado de Sarcinelli; Ortega (2003) - Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada – FEA/UNICAMP

Analisando os custos de implantação praticados no experimento, em relações proporcionais das atividades e dos materiais utilizados (Tabela 39), observamos que a mão-de-obra é o fator que mais onera o sistema agroecológico, sendo uma vez e meia maior do que no sistema convencional, seguido pelo uso do adubo orgânico com custo três vezes maior, porém, quanto ao uso de fertilizantes e agrotóxicos o café em moldes agroecológicos não apresentou nenhum custo. No geral o custo da cultura alternativa ficou 5,76% menor (Figura 44).

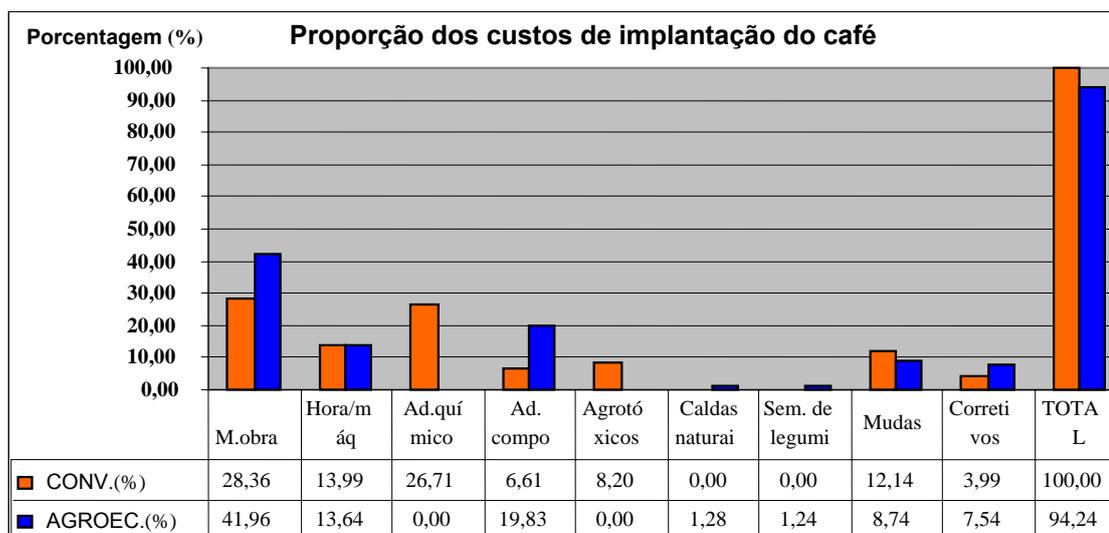


Figura 44 - Gráfico dos custos proporcionais de implantação de 1 Ha de café em relação ao modelo convencional.

Fonte: Valores transformados da Tabela 42.

Obs: Os custos são proporcionais ao total do sistema convencional.

Em outro estudo de caso, Renato Marques, Luiz Gonzaga de Castro Júnior e Ricardo Pereira Reis, professores da Universidade Federal de Lavras, divulgaram no II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil em Setembro de 2001, que entre os custos variáveis, a mão-de-obra foi a que mais onerou o custo total, com 66,82%, destacando-se a mão-de-obra temporária, com 52,99%. A área de estudo foi o Sul de Minas Gerais, mais precisamente na cidade de Coqueiral (MARQUES; CASTRO JUNIOR; REIS, 2001).

Considerando os indicadores econômicos obtidos na pesquisa, pode-se concluir que as despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final do café orgânico. Os itens que mais afetaram os custos de produção foram a formação da lavoura, no caso dos recursos fixos, e os gastos com a mão-de-obra, principalmente a temporária. Os autores concluíram também, que o café orgânico, em 1999/2000, apresentou uma situação de lucro econômico, com tendência de expansão da atividade.

Nesse trabalho, a previsão é que também haja receitas com a produção banana cultivada para o sombreamento do café e barreira de vento do café, e da possibilidade de venda de sementes de leguminosas que não foram computados.

4.7 Aspectos sociais

Nesse item do trabalho foram analisadas as respostas dos produtores a um questionário aplicado para vinte por cento dos cafeicultores com áreas totais das propriedades de até cinquenta hectares, num total de vinte e um agricultores pesquisados.

Enquanto ainda persistem produtores com métodos completamente produtivista, também encontramos aqueles que realmente acreditam num sistema alternativo de produção com menos agressão ambiental e social, porém carentes, não em conhecimentos tradicionais de cultivo, mas em assistência técnica específica, o que os torna temerosos na implantação de sistemas alternativos de produção.

Das propriedades pesquisadas, constatou-se que 57,14% dos proprietários ou agricultores voltados para a cafeicultura na região residem no próprio estabelecimento, 38,10% mora em outro local urbano e apenas 4,76% residem em outro local rural (Tabela 43).

Tabela 43 – Situação de residência e tempo de trabalho na propriedade rural.

SITUAÇÃO DOS PRODUTORES			
PERMANÊNCIA		Quantidade	Proporção (%)
Residência do proprietário:	Estabelecimento	12	57,14
	Outro local-urbano	8	38,10
	Outro local-rural	1	4,76
TOTAL		21	100,00
Há quanto tempo trabalha na propriedade:	20 anos ou mais	11	52,38
	Entre 10-20 anos	1	4,76
	Entre 5-10 anos	3	14,29
	Menos de 5 anos	6	28,57
TOTAL		21	100,00

Fonte: Os dados obtidos conforme a pesquisa realizada com os produtores da região de Penápolis.

Quanto ao tempo em que trabalham nas propriedades, a pesquisa mostrou que 52,38% cultivam a terra há mais de vinte anos, 4,76% entre dez e vinte anos, 14,29% entre cinco e dez anos e 28,57% trabalha a menos de cinco anos no estabelecimento (Tabela 43).

Tabela 44 – Condições das terras e ocupação do solo, na região pesquisada.

Condição das terras:	TOTAL	Porc.(%)
Área própria (ha)	496,11	78,82
Área cedida em arrendamento (<50% da colheita para o produtor) (ha)	31,69	5,03
Nº. de arrendatários	3,00	0,00
Área cedida para meeiros (50% da colheita para o produtor) (ha)	16,58	2,63
Nº de meeiros	5,00	0,00
Área cedida para percenteiros (<50% da colheita para o produtor) (ha)	48,40	7,69
Nº de percenteiros	2,00	0,00
Área arrendada na condição de arrendatário (ha)	118,84	18,88
Área arrendada na condição de meeiro (ha)	14,50	2,30
Área arrendada na condição de percenteiro (ha)	0,00	0,00
Área ocupada (ha)	629,45	100,00
Ocupação do solo (Ha)	TOTAL	Porc.(%)
Pastagem natural	9,00	1,43
Pastagem cultivada	154,03	24,47
Cultura perene: Café	94,89	15,08
Cana	280,85	44,62
Napier	1,80	0,29
Banana:	1,20	0,19
Frutas:	1,00	0,16
Cultura semiperene: Mandioca	1,20	0,19
Cultura anual sem consorciamento	15,39	2,44
Cultura anual consorciada com o café	*2,90	0,46
Reflorestamento	4,50	0,71
Reserva de mata natural	20,35	3,23
Inaproveitada	21,34	3,39
Inaproveitável	23,90	3,80
Total	629,45	100,00

Fonte: Os dados obtidos na pesquisa realizada com os produtores da região de Penápolis.

* - área simultânea ao café, não está incluída no total da área ocupada.

No total da área ocupada consideramos as terras próprias dos produtores ou as áreas cultivadas por arrendatários, meeiros ou percenteiros, somando-se a estas, aquelas em que o proprietário ocupa além das suas, (como arrendatário, meeiro ou percenteiro) e, subtraindo aquelas que são cedidas a terceiros nas diversas formas (Tabela 44).

A maioria dos produtores reside e trabalha a mais de vinte anos nas propriedades, caracterizando assim uma agricultura tradicional na região e, com uma tendência de volta a esse estilo de vida, visto que uma percentagem significativa está na atividade há menos de cinco anos.

As terras ocupadas são pertencentes aos próprios agricultores em 78,82% do total, sendo que dessa área são cedidas a terceiros, na forma de arrendamentos 5,03%; na forma de meação em 2,63% e na condição de parceiro em 7,69%.

Além de suas terras, os proprietários também ocupam outras áreas, sendo que na condição de arrendatários em 18,88% e na condição de meeiros em 2,30% do total da área ocupada pelos agricultores pesquisados.

As áreas cedidas em arrendamento normalmente são para a produção de cana-de-açúcar e aquelas cedidas nas condições de meação ou percentagem da produção são para o cultivo de café.

A ocupação do solo pelos agricultores demonstra que na região, a maioria das terras é ocupada pela cultura da cana – de – açúcar, com 44,62% do total, seguido pelas pastagens cultivadas com 24,47% e depois o café com 15,08% e o restante da área plantada é distribuído com pequenas plantações de culturas para o consumo dos próprios agricultores.

O reflorestamento ocupa área muito pequena na região e, as áreas tidas como inaproveitáveis pelos agricultores são aquelas ocupadas por rios, córregos, áreas de proteção permanente e as inaproveitadas são as terras cercadas para a proteção das construções.

As áreas de posse dos agricultores não variaram nos últimos cinco anos e durante a época das chuvas, os problemas de acesso à propriedade afetam 28,57% dos produtores rurais e 71,43% não são afetados, conforme os dados da pesquisa.

Analisando a composição e ocupação dos membros das famílias, verificamos que a idade média dos responsáveis pelos estabelecimentos, do sexo masculino é de 58,8 anos e com escolaridade de primeiro grau completo, considerando uma média entre todos os agricultores e, de suas esposas ou companheiras a idade é de 54,6 anos e a escolaridade é de segundo grau completo.

Outros aspectos da composição e ocupação dos membros das famílias dos agricultores foram analisados e constatou-se que o total foi de sessenta e duas pessoas que atualmente dependem de alguma forma ou

possuem alguma ligação com a atividade agrícola, das vinte e uma propriedades pesquisadas, com uma média aproximada de três pessoas por família. Desse total 48,39% são do sexo masculino e 51,61% são do sexo feminino. Os responsáveis pelas propriedades possuem como ocupação principal a atividade agrícola em 71,43% dos pesquisados do sexo masculino, com renda mensal média entre seiscentos a mil reais e, 19,04% para as esposas dos agricultores, sendo que para eles a renda média é de quatrocentos a seiscentos reais, enquanto que 47,62% das mulheres possuem como atividade principal os serviços domésticos.

No caso do exercício de atividades secundárias, constatou-se que em 47,62% dos homens não possuem outras tarefas e, os que exercem recebem renda mensal entre duzentos e quatrocentos reais. A situação das esposas para esse aspecto demonstra que 52,38% delas possuem atividades domésticas e aquelas que exercem atividades secundárias recebem até duzentos reais mensais.

A dedicação ao trabalho agrícola para 85,70% dos homens é de tempo de trabalho total maior do que 80% para essa atividade, enquanto que para as mulheres atingiu apenas uma proporção de 4,76% e outras 61,90% possuem o tempo voltado para atividades domésticas.

Durante o ano ocorrem contratações de mão-de-obra assalariada em 80,96% das propriedades, concentrando-se nos meses de abril, maio e junho, que coincide com a época da colheita do café, com uma média de dois homens/dia no mês de abril e quatro em maio e junho. Nos outros meses ocorrem contratações esporádicas para a realização dos tratamentos culturais dos cafezais e plantio da cana naquelas propriedades que realizam essa atividade. A troca de dias de trabalho não é comum na região, e aconteceu em apenas uma das propriedades pesquisadas, por ocasião do plantio da cana.

A idade das lavouras, na pesquisa apresentou que 36,84% dos talhões possuem idade até três anos, 47,37% com idade entre três e dez anos e 15,79% das lavouras possuem mais de dez anos. Observamos através destes dados que a maioria das lavouras existentes está em idade de

manutenção da produção e, pela quantidade de cafeeiros com idade inferior a três anos, a tendência é para um aumento da produção na região.

As variedades cultivadas pelos produtores entrevistados são da espécie *Coffea arabica*, cultivares Mundo Novo, Icatu, Obatã, Catuai, Tupi, Sumatra, Sachimor e Ouro Verde (Figura 45).

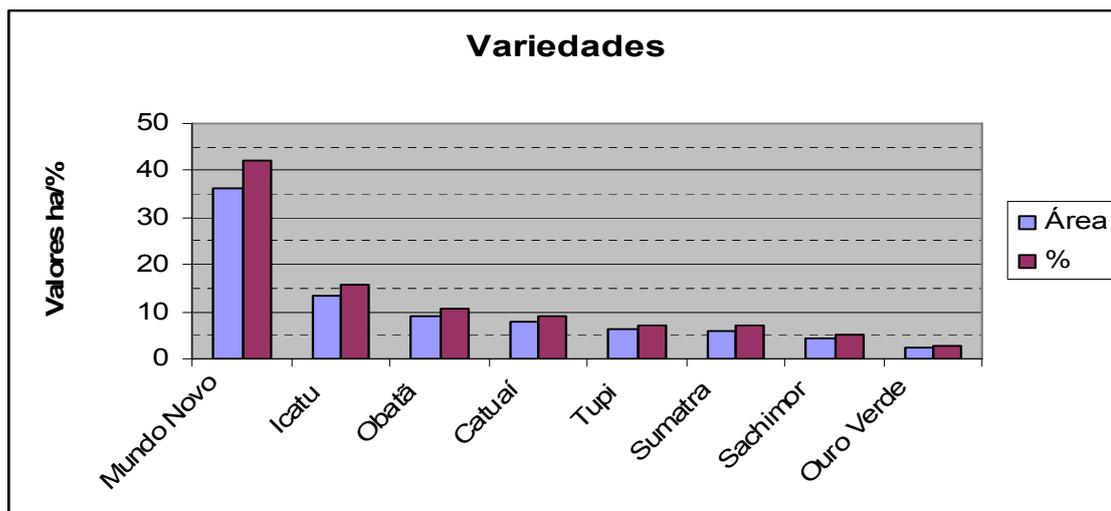


Figura 45 – Gráfico das variedades de café, cultivadas pelos produtores pesquisados. Fonte: Dados do projeto.

Observamos pelo gráfico acima que a variedade mais plantada na região (42% da área) é da cultivar Mundo Novo. A densidade média do plantio foi de 2.580 pés/ha, com uma produtividade média de 21,22 sacas beneficiadas/hectare.

A face do solo em relação ao sol, mais cultivada com o café é a leste, com 71,27% da área e, a declividade do terreno em todas as lavouras é pequena.

Os tratos culturais utilizados pelos agricultores e registrados na pesquisa nos mostraram que 90,50% fazem adubação química e todos (100%) utilizam a adubação orgânica. O controle de plantas espontâneas pelo método manual é realizado por todos os produtores (100%), que de alguma forma utilizam-se desse processo de capina, seja de forma integral ou para repasses necessários complementando outros métodos, já o método químico é utilizado por 80,95% dos produtores e o mecânico por 52,38% dos cafeicultores.

As podas são realizadas de forma manual em todas as propriedades pesquisadas e apenas 23,81% dos cafeicultores admitiram não realizar esse trato cultural, sendo que as mais utilizadas são as do tipo “limpeza” e retirada de “broto ladrão”, conforme termo utilizado pelos agricultores e com intervalo anual de realização. Não são realizados outros tipos de podas com recepa ou decote.

O controle de pragas e doenças para 90,50% dos cafeicultores é realizado pelo método convencional, utilizando-se agrotóxicos recomendados.

Na pós-colheita o produto é processado por via seca em todas as propriedades pesquisadas, com secagem em terreiros cimentados nas propriedades e o armazenamento em 53,14% dos casos é realizado em tulhas de madeira, 33,33% em depósitos de alvenaria e em 9,52% em barracões improvisados.

A comercialização é feita com compradores da própria região, sendo que 57,14% dos produtores vendem para empresas torrefadoras, 28,57% para atravessadores, 9,52% para Cooperativas e 4,76% dos cafeicultores ainda não comercializaram sua produção, por estarem no início da atividade. Os motivos que levam os produtores a essa escolha de comercialização dos produtos em 42,86% dos casos é a facilidade que encontram, seja pela distância ou pela amizade com o comprador; para 33,33% dos vendedores o motivo é o melhor preço; para 14,29% é por falta de opção e, para 4,76% é pela maior agregação de valores e possibilidade de depósito com opção de venda em outra época, no caso das cooperativas e para outro tanto destes ainda não produziram e, portanto, não comercializaram.

O cultivo de outras culturas é realizado em todas as propriedades, seja para o consumo ou para comercialização, destacando-se a cana de açúcar como a principal cultura, com 99,5% do total da produção, em toneladas e, produzida por 38,10% dos produtores, sendo que as outras culturas contribuem com apenas 0,50% do total, em peso, produzido (Tabela 45).

Tabela 45 – Produção de outras culturas nas propriedades pesquisadas.

ITINERÁRIO TÉCNICO DAS DEMAIS CULTURAS						
Produto	Nº produtores	Produtores (%)	Área (ha)	Área (%)	Produção Total (Kg)	Total da Prod. %
cana	8	38,10	267,25	88,66	26.629.328,0	99,504
milho	3	15,87	15,87	5,27	67.200,00	0,251
feijão	3	14,29	6,70	2,22	2.880,00	0,011
hortaliças	2	9,52	0,60	0,20	6.000,00	0,022
mandioca	2	9,52	1,76	0,58	17.180,00	0,064
banana	2	9,52	0,70	0,23	6.460,00	0,024
amendoim	1	4,76	2,50	0,83	1.800,00	0,007
quiabo	1	4,76	2,42	0,80	8.000,00	0,030
frutas	1	4,76	0,50	0,17	200,00	0,001
arroz	1	4,76	0,80	0,27	600,00	0,002
Napier	3	14,29	1,50	0,50	22.320,00	0,083
eucalipto	2	9,52	0,82	0,27	0,00	0,000
Total			301,42	100,00	26.761.968,0	100,000

Fonte: Dados da pesquisa.

Dentre as demais culturas produzidas a maior parte da produção é comercializada (99,58%), restando para consumo apenas 0,42% da produção.

A cana-de-açúcar contribui com 99,77% dos produtos comercializados e com 37,26% do total de produtos, em quilos consumidos, seguida pelo milho, com 0,10% da produção e 35,48% do consumo total; o napier com 19,80% e a mandioca com 5,20% do consumo (Tabela 46).

Tabela 46 – Produção e consumo de outros produtos pelos agricultores da região.

Produto	Produção Comercializada (Kg)	Total Comercializado %	Produção Consumida (Kg)	Consumo Total %
cana	26.587.328,00	99,77	42.000,00	37,26
milho	27.200,00	0,10	40.000,00	35,48
feijão	2.190,00	0,01	690,00	0,61
hortaliças	5.400,00	0,02	600,00	0,53
mandioca	11.320,00	0,04	5.860,00	5,20
banana	6.000,00	0,02	460,00	0,41
amendoim	1.800,00	0,01	0,00	0,00
quiabo	8.000,00	0,03	0,00	0,00
frutas	0,00	0,00	200,00	0,18
arroz	0,00	0,00	600,00	0,53
Napier	0,00	0,00	22.320,00	19,80
eucalipto	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	26.649.238,00	100,00	112.730,00	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Os produtos são consumidos nas propriedades, pelos animais bovinos, suínos e aves e, outros como as hortaliças, mandioca, frutas, arroz e feijão são produzidos em menor escala, sendo uma parte consumida e o restante é comercializado.

Os produtos comercializados que não seja a cana atinge um índice de apenas 0,23% do total e, 62,74% do montante consumido nas propriedades.

Na pesquisa, também foi constatado que apenas 14,29% dos produtores fazem o consorcio de culturas, intercalares com o café.

O trabalho manual, para as demais culturas, é realizado no preparo do solo por 47,62% dos produtores, enquanto que os tratamentos culturais por 57,14% e a colheita por 85,71% dos agricultores.

Nas propriedades pesquisadas a atividade pecuária também se destaca, principalmente a bovina leiteira, gerando 75,80% das receitas desse setor, seguida pela pecuária de corte, com 20,80% e depois os suínos, com 2,99%, e aves com 0,41% das receitas obtidas com animais (Tabela 47).

Tabela 47 – Produção pecuária das propriedades pesquisadas.

Pecuária	Nº de animais		Nº de animais abatidos/vendido-ano		Quantidade leite (L) e/ou queijo (kg)	Gasto com alimentação e produtos veterinários/ano	Gastos %	Receitas por ano (R\$)	Receita/ano %
		%		%					
Bovino leite	225	27,7	111	18,0	16.850	37.841,00	87,33	101.310,00	75,80
Bovino corte	96	11,8	45	7,3		3.000,00	6,92	27.800,00	20,80
Suínos	45	5,5	49	7,9	---	1.630,00	3,76	4.000,00	2,99
Aves	445	54,8	410	66,6	---	860,00	1,98	550,00	0,41
Total	811	100,0	615	100,0	16.850	43.331,00	100,0	133.660,00	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto aos meios de transporte, 76,19% dos produtores pesquisados possuem carro como principal meio de locomoção; 19,05% possuem caminhão; 23,81% possuem moto e 28,57% possuem carroça, sendo que em alguns casos o produtor possui mais de um tipo de veículo. 9,52% dos

produtores pesquisados não possuem nenhum tipo de meio de transporte e outros 9,52% possuem apenas carroça.

Na organização e aspecto cultural 57,14% dos produtores são cooperados, 33,33% são sindicalizados e 4,76% pertencem à alguma associação e, também outros 4,76% já participou da diretoria da entidade, enquanto que 28,57% dos agricultores não participam de nenhuma entidade.

Ainda durante as entrevistas foi perguntado aos agricultores sobre suas opiniões quanto às opções pela cafeicultura (Tabela 48).

Tabela 48 – Opinião dos agricultores sobre a cafeicultura

Opção %	Porcentagem da renda do café na propriedade		
	< 40%	40 - 80%	> 80%
	42,86	52,38	4,76
Opção %	Porque utilizou essa(s) variedade(s)		
	Melhor	Recomendação	Tradição
	28,57	71,43	0,00
Opção %	Porque persiste com o café		
	Tradição	Renda	Opção
	42,86	28,57	28,57
Opção %	Produziria café orgânico		
	Sim	Não	Com assistência
	14,29	38,10	47,62

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao questionar sobre a porcentagem da renda do café na propriedade todos os agricultores necessitaram de um tempo para que, mentalmente, calculassem os valores proporcionais entre as fontes de renda de sua propriedade. A maioria (52,38 %) possui renda oriunda da cafeicultura compondo de 40 a 80% da renda anual total da propriedade e apenas uma minoria (4,76%) tem o café como uma importante fonte de renda, ou seja, acima de 80% da renda total da propriedade.

A escolha pelas variedades plantadas, em 71,43% dos casos foi por recomendação de técnicos que prestam assistência ou de amigos e vizinhos de propriedade. Uma parte dos produtores (28,57%) optou pela variedade plantada porque buscaram informações sobre suas características e entenderam ser melhores do que as outras.

Na questão da persistência na cultura do café, a maior quantidade dos produtores (42,86%) disse ser por tradição ou continuidade da atividade de seus antecedentes e, entendem que é uma boa fonte de renda. O restante dos agricultores pesquisados dividiu-se em optar pelo café como fonte de renda melhor adaptada à pequena propriedade (28,57%) e outros tanto por opção de diversificação, pois possuem outras fontes de renda que são mais vantajosas em suas opiniões.

Quanto à conversão ou implantação de café orgânico ou em sistemas alternativos, detectamos que se houvesse maior empenho político-econômico e assistência técnica específica, a maioria dos agricultores (47,62%) adotaria essa atividade. Uma parte dos produtores (38,10%) não adotaria sistemas alternativos de cultivo por não acreditarem que suas práticas sejam eficientes e que se mantenha uma produtividade, qualidade do produto e preços de venda compatíveis com os custos de produção.

Uma pequena parte dos produtores (14,29%) já adota práticas alternativas, seja por conhecimento ou sonho da produção orgânica ou pela pouca atenção que dispensa à lavoura, suprimindo-a dos tatos culturais essenciais e da utilização de agrotóxicos.

5 CONCLUSÃO

A possibilidade de implantação da cultura do café com vertente agroecológica na região de estudo como uma opção de resistência ao avanço da cana se mostram promissoras, por vários fatores, dentre eles pela constatação de que a agricultura familiar na região de estudo responde por 70% das propriedades, de que as mesmas apresentam uma diversificação de culturas e de que o café está presente nesta diversificação como cultura tradicional, tendo ainda como presença constante a produção animal, aumentando a disponibilidade de matéria orgânica.

Embora o tempo de acompanhamento tenha sido curto em relação ao necessário para que se observe uma mudança substancial, os resultados demonstraram algumas das vantagens da agricultura voltada para as práticas agroecológicas, com uma melhoria na qualidade do solo e indicando o consórcio de café com guandu ou bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas como os arranjos mais eficientes no melhoramento do solo, visto que os sistemas convencionais não tiveram melhorias significativas nos níveis de enzimas do solo ou até reduziram com o passar do tempo.

Para que a cafeicultura com princípios agroecológicos seja viabilizada na região é necessária a realização de mais estudos, considerando as variedades mais adaptadas, os modelos de produção incluindo sombreamento frente a possíveis mudanças climáticas, a diversidade de cultivo, assim como as formas de comercialização.

A oportunidade de maior integração dos produtores com as atividades das instituições de ensino e pesquisa, para a troca de experiências e a socialização dos resultados é uma das chaves para o sucesso de implementação de uma produção agrícola mais sustentável e, nesse aspecto o Colégio Agrícola de Penápolis ocupa um papel importante.

Entretanto, é necessário ainda empenho dos responsáveis pelas políticas públicas no sentido de apoiar a pesquisa ensino e extensão e que envolva o produtor neste processo para que ocorram mudanças efetivas na implantação de sistemas alternativos de produção.

O município de Penápolis e região encontram-se, quanto à localização geográfica, em situação de transição para a cultura do cafeeiro, pelos seus índices de temperatura e altitude observados no local. Portanto, a busca por sistemas de cultivos alternativos, com a utilização de plantas intercalares para melhoramento do solo e usos de tecnologias, como a irrigação e o sombreamento, podem ser soluções para a viabilidade da cultura na região, assim como a introdução da espécie *Coffea canephora*, com características mais adaptadas às condições de menores altitudes.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU JÚNIOR, Hélcio de. Coord. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**: coletânea de receitas. Campinas: EMOPI, 1998.
- AGRITEMPO- SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROMETEOROLÓGICO. **Zoneamento para a cultura do café no Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/publish/zoneamento/mapas/sp/sp.cafe_arabica_d_e_sequeiro.perene.t2.md_10-11.md_10-20.2007-2008.gif>. Acesso em: 24 fev. 2008.
- ALTIERI, Miguel A. **Agroecología**: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Buenos Aires: Ediciones Científicas Americanas, 2002. p. 27–34. cap. 2.
- ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara Ines. **Sistema agroecologico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café**. Berkeley: Universidade de Califórnia, 2002. Disponível em: <<http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>>. Acesso em: 10 set. 2007.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.
- ALTIERI, Miguel; NICHOLS, Clara. **Agroecología**: teoria y práctica para uma agricultura sustentable. México: PNUMA/ORPALC, 2000. 250 p. (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental).
- AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, maio 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130).
- ARAÚJO, Ademir S.F.; MONTEIRO, Regina T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Journal of Bioscience**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, jul./sep. 2007.

ASSIS, Renato Linhares de. Agroecologia: visão histórica e perspectivas no Brasil. In: AQUINO, Adriana M. de; ASSIS, Renato L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 173–184.

ASSIS, Renato Linhares de. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação local: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 79-96, jan./abr. 2003.

BACHA, Edmar L. “Política Brasileira do Café. Uma Avaliação Centenária” in: MARTINS, M. ; JONSTON, E. **150 Anos de Café**. 2ª ed. São Paulo: Salamandra, 1992. 390p.

BARROS, Fausto Ribeiro. **Penápolis, história e geografia**. Penápolis: Intergraf, 1992. 172 p.

BOLSA DE MERCADORIAS E FUTURO. **Síntese agropecuária**. São Paulo: BM&F, v. 10, n. 314, 4 p., 31 jan. 2008. Disponível em: <<http://shopping.bmfcead.com.br/pages/instituto/publicacoes/SinteseAgro/Sintese-314.pdf>> . Acesso em: 31 jan. 2008.

BRANDÃO, Gláucia M.C.M.. **O passado, passado a limpo**. Penápolis, 1989. 230 p.

BRANDENBURG, Alfio. Movimento agroecológico: trajetórias, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.6, p.11–28, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Portaria Federal nº 58 de 21 de julho de 2005, aprova o Zoneamento Agrícola para a cultura de Café (*Coffea arábica* L.), no Estado de São Paulo, ano safra 2007/2008. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo. Brasília, DF, 10 de agosto de 2007. Seção 1, p. 4.

CAMARGO de, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Reconhecimento e medida da compactação do solo**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/C6/Index.htm>. Acesso em: 3/11/2007.

CAMARGO, A.O. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC**. Campinas: IAC, 1986. 94p. (IAC. Boletim Técnico, 106).

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

CAMARGO, Ângelo Paes de; CAMARGO Marcelo Bento P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n.1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, M.B.P. de; FAHL, J.I. Seca afeta produção de café deste ano e pode comprometer safra futura. **Folha Rural Cooxupé**, Guaxupé, n.278, p.10-11, 2001.

CANUTO, João Carlos. **Agricultura ecológica em Brasil: perspectivas socioecológicas**. 1998. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica) - Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba, Córdoba, 1998.

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.

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José Antonio. **Agroecologia: conceitos e princípios para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2004. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabCaporalCostabeber.htm>>. Acesso em 10 set. 2007.

CARELLI, Maria Luiza Carvalho.; FAHL, Joel Irineu. **Efeitos do sombreamento em produtividade e crescimento do cafeeiro**. Campinas: IAC. II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Set./2001.

CARVALHO, Alcides. **Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil**. Campinas: IAC, 2007. 8 p. (Documentos IAC, 34). Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/btonline/doc34.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2007.

CEPAGRI/UNICAMP - CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA/UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Zoneamento climático da cultura do café (*Coffea arabica*) no Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/cafe/aptdao_sp_p.html>. Acesso em: 18 out. 2007.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café: safra 2008**. Brasília, 2008. 10 p.

DEAN, W. **A Ferro e fogo**. São Paulo: Companhia das Letras, 1987. 484 p.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

FAHL, Joel Irineu et al . Enxertia de coffeea arabica sobre progênies de c. canephora e de c. congensis no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, 1998 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006->>. Acesso em: 09 jul. 2008.

FAZUOLI, L.C.; THOMAZIELLO, M.B.P.; CAMARGO, M.B. Aquecimento global, mudanças climáticas e a cafeicultura paulista. In: INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS. Agronegócio café: principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, p. 19-20, 2007.

FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, Adriana M. de.; ASSIS, Renato L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 49–70.

FERNANDES, Maria Luiza D.; FIÚZA, Ana Louise de C. Territórios rurais: uma abordagem para o desenvolvimento. In: **Processos de construção social e implantação do território da serra do brigadeiro**. Viçosa, 2006. Disponível em: <<http://www.rimisp.org/seminariotrm/doc/MARIA-LUISA-DIEZ.pdf>>. Acessado em: 12/08/2007.

FERRAZ, José Maria G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, João F. et al. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003a. p. 15 – 35.

FERRAZ, José Maria G. Proposta metodológica para a escolha de indicadores de sustentabilidade. In: MARQUES, João F. et al. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003b. p. 59 – 72.

FERRAZ, José Maria. et al. **Construção participativa de indicadores de sustentabilidade**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004. 04 p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Anais da 45ª reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria. São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FERREIRA, José Mário 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, Ana Maria P. **Coletânea histórica do museu histórico e pedagógico “Fernão Dias Paes”**. Disponível em: <<http://www.penapolisvirtual.com.br/revista/sumario.htm>>. Acesso em: 4 fev. 2007.

FRIGHETTO, Rosa R.T.S.; VALARINI, Pedro José. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p.

GHIRARDELLO, N. **À beira da linha: formações urbanas da Noroeste paulista**. São Paulo: Editora Unesp, 2002.p 47.

GIOMO, G.S.; PEREIRA, P.S.; BLISKA, F.M.M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. In: INSTITUTO AGRONOMICO DE

CAMPINAS. Agronegócio café: principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, p. 33-36, 2007.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2ª Ed., Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS. 2001. 653 p.

GOMES, João Carlos C. Bases epistemológicas da agroecologia. In: AQUINO, Adriana M. de.; ASSIS, Renato L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 71–99.

GOUVEIA, Adriane. **Clonagem**. Disponível em: <www.ufv.br/dbg/BIO240/C015.htm>. Acesso em: 9 jul. 2007.

GUZMÁN, Eduardo Sevilla. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. In: AQUINO, Adriana M. de.; ASSIS, Renato L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 101-132.

HECHT, Susana B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p. 25–41.

HISTORIANET. **A expansão do café no Brasil**. Disponível em: <<http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=518>>. Acesso em: 4 fev. 2007.

IAC/CIAGRO-INSTITUTO AGRÔNOMO DE CAMPINAS/CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS.
Monitoramento agrometeorológico do café no estado de São Paulo: regiões cafeeiras. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/monitoramentocafe/entrada.asp>>. Acesso em: 4 jun. 2007.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola. Campinas, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal>. Acesso em: 12 nov. 2007.

IBGE/CATI-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/COORDENADORIA DE ASSISTENCIA TÉCNICA INTEGRAL.
Mapas interativos, 2005. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/solos/viewer.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2007.

IBGE/CATI-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/COORDENADORIA DE ASSISTENCIA TÉCNICA INTEGRAL.
Nº de UPAS por município, 2006. Disponível em: <http://201.55.38.3:7000/sistema/LupaMBH/pdf/rel_upa_municipio.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2007.

INSTITUTO AGRONOMO DE CAMPINAS. Agronegócio café: principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, p. 5-11, 2007.

LAMARCHE, Hugles; ABREU, Lucimar Santiago. A agricultura familiar no Brasil. **Informativo Meio Ambiente e Agricultura**, Jaguariúna, v.5, n. 17, jan./fev./mar. 1997. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/intermed.php3>>. Acessado em: 12/08/2007.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes, 2004. 494p. (Coleção Educação Ambiental)

LEROY, Jean-Pierre. A multifuncionalidade da agricultura familiar e a OMC. **O Globo**, São Paulo, 28 fev. 2000. Editoria: Opinião. Caderno 1.

Lima, V.C.; Lima, J.M.J.C.; Eduardo, B.J.F.P.; Cerri, C.C. Conteúdo de carbono e biomassa microbiana em agroecossistemas: comparação entre métodos de preparo do solo. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.1391, n2, p.297-302, 1994.

LÓPEZ-RIDAURA, Santiago.; MASERA, Omar.; ASTIER, Marta. Evaluating the sustainability of integrated peasantry systems: the MESMIS framework. **Ileia Newsletter**, p. 28-30, dec. 2000. Disponível em: <<http://redeagroecologia.cnptia.embrapa.br/biblioteca/indicadores-de-sustentabilidade/mesmis.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2007.

MARQUES, João Fernando.; SKORUPA, Ladislau Araújo.; FERRAZ, José Maria Gusman. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281 p.

MARQUES, Renato; CASTRO JÚNIOR, Luiz G. de; REIS, Ricardo Pereira. Custo de produção da cafeicultura orgânica: estudo de caso. In: **II Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil**. Lavras: DAE/UFLA, 2001.

MARTINS, José de Souza. **A imigração e a crise do Brasil agrário**. São Paulo: Pioneira, 1973. 222 p.

MATIELLO, J.B. Fatores que afetam a produtividade do café no Brasil. In: RENA, Alemar B. (Coord.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 1–11.

MATIELLO, José B.; ABREU, Roberto G.; ANDRADE, Irajá P.R.. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1979. 312 p.

MATIELLO, José Braz. **O café**: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

MATTOS, Luciano (Coord.). **Marco referencial em agroecologia**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 70 p.

MAZZAFERA, Paulo; GUERREIRO FILHO, Oliveiro; CARVALHO, Alcides. A cor verde do endosperma do café. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 2, 1988. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=iso>. Acesso em: 18 maio 2008.

MEIRELES, Elza J.L. et al. **Boletim agrometeorológico do café**. Brasília: EMBRAPA-CBPDC, 2003. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/cafe/consorcio/boletim/dados/Boletim_completo_%20jun2003.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2007.

MENDES, I. C. et al. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-

MENESES, Elen de L.; MENESES, Eurípedes B. Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: AQUINO, Adriana M. de; ASSIS, Renato L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 323-339.

MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1986. p. 303-322.

MOLTOCARO, Rafaela C. R. **Guandu e micorriza no aproveitamento do fosfato natural pelo arroz em condições de casa-de-vegetação**. 2007. 65f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

NEVES, C. **A estória do café**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1974. 52 p.

NORGAARD, Richard. B. A base epistemológica da Agroecologia. In: ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p.42-48.

NUNES, Ângela M. L. et al. **Cultivo do café robusta em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/bibliografia.htm>>. Acesso em: 15 de ag. 2007.

OLIVEIRA, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 112p. (Boletim Científico, 45).

ORTEGA, Enrique. Indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva da análise emergética. In: MARQUES, João F. et al. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003. p. 73-90.

PAULO, Edison M. et al. Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, 2001 . Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?>>. Acesso em: 09 jul 2007.

PAVAN, M.A. et al. **O sistema de plantio adensado e a melhoria da fertilidade do solo**. Piracicaba: Potafós, 1997. p.1-7. (Informações Agronômicas, 80)

PEDINI, Sérgio. **A produção de café orgânico**. Disponível em: <www.guiabioagri.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2006.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas: [s.n.], 1999. 79 p.

PEREIRA, P.S.; BLISKA, F.M.M.; GIOMO, G.S. Sustentabilidade: pauta da cafeicultura no século XXI. In: INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS. Agronegócio café: principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, p. 75-76, 2007.

PESSOA, Maria Conceição P. Y. et al. Subsídios para a escolha de indicadores de sustentabilidade. In: MARQUES, João F. et al. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003. p. p 36 – 58.

PETEK, M.R.; PATRÍCIO, F.R. A. Cultivares resistentes ou tolerantes a fatores bióticos e abióticos desfavoráveis: ponto-chave para a cafeicultura sustentável. In: INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS. Agronegócio café: principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, p. 39-40, 2007.

PEZZOPANE, J.R.M. et al. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro Arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n.3, p.499-505, 2003.

PINTO, Hilton Silveira et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. especial, p. 495-500, 2001. Disponível em: <www.ufsm.br/developimentorural>. Acesso em: 20 maio 2007.

PRIMAVESI, Ana. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 541 p.

PRIMAVESI, Ana. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico**, São Paulo, v.65, n.1/2, p.69-73, jan./dez. 2003. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v65_1_2/primavesi.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2007.

PULZ, C. E. ; WOLFF, V. R. S. ; SILVA, D. C. ; SILVA, L.N. . Insetos: a importância do equilíbrio em um pomar cítrico. In: II Congresso Brasileiro de

Agroecologia, V Seminário Internacional sobre Agroecologia e VI Seminário Estadual sobre Agroecologia, 2007, Porto Alegre. **Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Revista Brasileira de Agroecologia. Porto Alegre, 2007. v. 2. p. 741-744. 1 Cd-Rom. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/viewissue.php?id=3>>. Acesso em 18 ago. 2007.

RAIJ, Bernardo van. **Desenvolvimento sustentável: um novo contexto para a cafeicultura**. Campinas: IAC - Centro de Solos, 2003. Disponível em: <www.iac.gov.br>. Acesso em: 11 fev. 2006.

RAIJ, Bernardo van. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. de. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A.B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 333-378.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1986. p.13-85.

RENA, Alemar Braga 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, Marta dos Santos F.; NEVES, Maria Cristina P. **Cultivos do café orgânico**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Agrobiologia, 2006. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemas/producao/cafes/cafes.htm>>. Acesso em: 20 maio 2007.

RICCI, Marta dos Santos F.; FERNANDES, Maria do Carmo de Araújo; CASTRO, Cristina Maria de. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul./set. 2005.

ROCHA, Túlio R.; CARVALHO, Alcides; FAZUOLI, Luiz Carlos. Melhoramento do cafeeiro: XXXVIII. Observações sobre progênies do cultivar Mundo-Novo de *Coffea arabica* na estação experimental de Mococa. **Bragantia**, Campinas, v. 39, n. 1, 1980. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006->. Acesso em: 19 maio 2007.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998. 272 p.

SANTANA, Derli Prudente. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2005. 18 p. (Comunicado Técnico, 132).

SANTO, Alessandra A. do E. **Influência da poluição atmosférica e variáveis ambientais no comportamento de bioindicadores de solo no entorno de uma metalúrgica de cobre na Bahia**. 2004. 126f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

SARCINELLI, Oscar; ORTEGA, Enrique. **Análise emergética e contábil da produção de café agroquímico e agroecológico no nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada – FEA/UNICAMP, 2003. Disponível em: <www.fea.unicamp.br/eventos/2004/energy/OSarcinelli.ppt>. Acesso em: 15 ag. 2007.

SEDIYAMA, Gilberto. 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, Célia Maria Maganhotto de Souza; FAY, Elisabeth Francisconi; VIEIRA, Rosana Faria. Degradação do paclobutrazol em solos tropicais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 10, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003001000012&lng=&nrm=iso>. Acesso em: 03/11/2007.

SILVEIRA, Miguel Ângelo. **Agricultura familiar**. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/.html>. Acesso em: 03 nov. 2007.

SIQUEIRA, Marinêz Ferreira de; DURIGAN, Giselda. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 233-243, 2007.

SOUZA, Maria Célia M. de; OTANI, Malimíria Norico; SAES, Maria Sylvania M. **Novas tendências de inserção de pequenos agricultores no mercado de cafés especiais: produção orgânica, comércio solidário e slow food**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out>>. Acesso em: 25 out. 2007.

STOLF, Rubsmar A. A compactação do solo e perspectivas da subsolagem em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.8, n.2, p.283-308, 1987.

STOLF, Rubsmar; FAGANELLO, Benedito F. Utilização do penetrômetro de impacto, modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF, na recomendação do preparo do solo na Usina N. S. Aparecida (Pontal-SP). **Revista STAB**, Piracicaba, v.1 n. 6, p. 11-22, jul./ago. 1983.

THEODORO, Vanessa Cristina de A. **Como produzir um café orgânico?** Lavras, MG: UFLA, 2006. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=151>>. Acesso em: 02 jun. 2006.

THOMAZIELLO, R. A. et al. **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82p. (Boletim Técnico, 187).

VALLADARES, Gustavo Souza; **Sistema de gestão territorial da ABAG/RP.** Disponível em: <http://www.abagrpn.cnpem.br/areas/pedologia.htm>; Acesso em: 23/04/2008.

VILLATORO, Maria A. **Matéria orgânica e indicadores biológicos da qualidade do solo na cultura do café sob manejo agroflorestal e orgânico.** 2004. 186f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

VIVAN, Jorge Luis; FLORIANI, Guilherme dos S. Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais em rede na mata atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Disponível em: <http://www.rebraf.org.br/media/indicadores/sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2007

WILLER, Helga; YUSSEFI, Minou. **The world of organic agriculture 2006: statistics and emerging trends.** 8th. rev. ed. Tholey-Theley: IFOAM, 2006. 196 p. Disponível em: http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s_74_08.pdf. Acesso em: 30 maio 2007.

ZILLI, Jerri Édson et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411, set./dez. 2003.

7 ANEXOS

Anexo 1 - SUPERMAGRO (calda biofertilizante)

PREPARO

Em um recipiente de 200 litros, colocar 40 litros de esterco fresco de vaca, 100 litros de água; 1 litro de leite e 1 litro de melaço (Tabela 1). Misturar bem e deixar fermentar durante três dias.

A cada cinco dias, dissolver um dos sais minerais (Tabela 2) em 2 litros de água morna e juntar com 1 litro de leite; 1 litro de melaço (ou 0,5 kg de açúcar) e um dos ingredientes com complementares (Tabela 3) e misturar com o esterco em fermentação.

Após, adicionar todos os sais minerais (Tabela 2) na ordem sugerida completar até 180 litros. Tampar o recipiente e deixar fermentar durante trinta dias no verão ou quarenta e cinco dias no inverno, antes de utilizar a calda.

Caso for feito preparo anaeróbico, é importante que na tampa haja uma saída para o gás que naturalmente se forma, evitando uma possível explosão do recipiente.

Tabela 1 - Ingredientes Básicos

Ingredientes	Unidade	Quantidade
Esterco fresco de vaca	Litro	40
Água	Litro	140
Leite/soro de leite	Litro	9
Melaço	Litro	9

Tabela 2 - Sais Minerais - Devem ser divididas em duas vezes

Ordem	Sais Minerais	Unidade	Quantidade
1	Sulfato de Zinco (*)	Quilo	3
2	Sulfato de Magnésio	Quilo	1
3	Sulfato de Manganês	Quilo	0,3
4	Sulfato de Cobre	Quilo	0,3
5	Cloreto de Cálcio	Quilo	2
6	Bórax (*) (ou Ácido Bórico 1,0 kg)	Quilo	1
7	Cofermol (cobalto, ferro e molibdênio)	Quilo	0,125

Tabela 3- (complementares)

Ingredientes	Unidade	Quantidade
Farinha de osso	Quilo	0,2
Restos de peixe	Quilo	0,5
Sangue	Quilo	0,1
Restos moídos de fígado	Quilo	0,2

Anexo 2 – Análise da Granulometria do solo.

Ident. Amostra	Argila < 0,002mm	Silt 0,053 - 0,002mm	Areia Total g/kg	Areia Grossa 2,00 - 0,210mm	Areia Fina 0,210 - 0,053mm
1 CO	143	73	784	65	719
2 CO	156	73	771	40	731
3 CC	153	106	741	50	691
4 CC	186	83	731	36	695

2008
24 anos
Programa de Qualidade de Análise de Solo - Sistema IAC
Granulometria

DATAS

Entrada	Saída
02/06/2008	07/06/2008

Método = Pipeta

FSNT - Responsável Técnico
LUIS EDUARDO RISSATO ZAMARIOLLI
Eng. Agrônomo CREA 024209/D

Taxas - Análise: 60,00 Recomendação: Total: 60,00

O AMOR DEDICADO A TERRA REVERTE-SE EM PRODUTIVIDADE !!! FAÇA ANÁLISE DE SOLO E PLANTAS

Anexo 3 - Tabela dos resultados das Análises Químicas de macronutrientes do Solo das Parcelas em experimento, em 2004, 2006 e 2007 - 0 a 20 cm de profundidade.

Data	Par celas	CaCl ₂ g/dm ³	pH	M.O. mg/dm ³	P	mmolc/dm ³						% V	mg/dm ³ S	
						k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB			CTC
out./2004*	PO	4,3	9	1		0,7	4	3	4	27	7,7	34,7	22	-
dez./2006**	PO	5,5	13	5		1,9	13	9	0 ¹	15	24	39	61	7
	P5	6,2	11	9		1,2	28	18	0 ¹	9	47	56	84	5
mar./2007***	P1	5,3	11	3		1,7	11	8	0,5	14	20,7	34,7	60	9
	P2	5,2	7	3		1,1	12	9	0,5	13	22,1	35,1	63	9
	P3	5,5	11	4		1,9	15	10	0,4	13	26,9	39,9	67	7
	P4	5	7	5		1,6	13	9	0,5	16	23,6	39,6	60	7
	P5	6	5	6		2,3	21	13	0,2	9	36,3	45,3	80	9
	P6	3,9	7	2		0,7	3	2	10,5	28	5,7	33,7	17	10
	P7	4,8	7	9		4,4	12	6	1,2	15	22,4	37,4	60	9
	P8	5,8	22	40		2,3	39	8	0,4	10	49,3	59,3	83	10
ago./2007***	P1	5,1	7	6		2,4	12	9	0,4	16	23,4	39,4	59	6
	P2	5,3	7	22		3,2	14	9	0,5	16	26,2	42,2	62	8
	P3	5,4	7	15		3	14	9	0,3	16	26	42	62	6
	P4	5,3	7	10		3	13	9	0,6	18	25	43	58	7
	P5	5,9	7	6		1,7	17	10	0,2	12	28,7	40,7	71	5
	P6	3,9	5	4		1,1	3	2	10,4	45	6,1	51,1	12	9
	P7	4,6	7	5		3,2	10	6	1,5	22	19,2	41,2	47	7
	P8	5,7	22	33		1,9	29	8	0,3	12	38,9	50,9	76	8
nov./2007***	P1	5,4	14	5		2,3	16	7	0,3	18	25,3	43,3	58	18
	P2	5,5	12	4		1,8	12	7	0,2	16	20,8	36,8	57	13
	P3	5,5	16	14		3	19	9	0,2	18	31	49	63	12
	P4	5,5	14	15		3,9	15	7	0,2	18	25,9	43,9	59	18
	P5	5,8	11	4		2,6	14	7	0,2	13	23,6	36,6	64	12
	P6	3,8	14	2		0,9	2	2	11	36	4,9	40,9	12	16
	P7	4,7	12	5		2,4	11	5	1,1	21	18,4	39,4	47	11
	P8	5,7	16	19		2	28	7	0,2	14	37	51	73	10

Fonte: (*) Análises foram realizadas pelo Laboratório de Análises Químicas da ETEC Engº Herval Bellusci de Adamantina (2004); (**) Laboratório da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia (2006) e (***) Laboratório de Análise de Solo e Planta da UFSCar- Campus de Araras (2007).

PO - Parcela com café orgânico correspondente às parcelas P1, P2, P3 e P4 juntas; P1 - Parcela de café orgânico e com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2 - Parcela de café orgânico e com plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas, durante o ano de 2007; P3 - Café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas, durante o ano de 2007; P4 - Parcela de café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas, durante o ano de 2007; P5 - Parcela de café convencional na área do Colégio Agrícola e sem leguminosas nas entrelinhas; P6 - Parcela correspondente a um fragmento de mata nativa na área do Colégio Agrícola; P7 - Parcela de café convencional na propriedade de um agricultor parceiro em Avanhandava, sem leguminosas nas entrelinhas; P8 - Parcela com café orgânico de propriedade de um agricultor parceiro em Garça, sem leguminosas nas entrelinhas. (1) – não foi realizada análise do teor de Al (2006).

Anexo 4 - Tabela dos resultados das análises químicas dos micronutrientes.

Data	Parcelas	mg/dm ³				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
abr./07	P1	0,48	0,5	18	2,8	0,8
	P2	0,17	0,4	17	2,5	0,4
	P3	0,44	0,6	19	6	0,7
	P4	0,36	0,6	30	4,4	0,7
	P5	0,28	0,4	10	2,3	0,5
	P6	0,44	0,3	54	2,8	0,3
	P7	0,24	0,7	25	25	0,6
	P8	1,12	18	15	33	4
ago./07	P1	0,62	0,4	13	3,8	0,7
	P2	0,42	0,3	11	3	0,7
	P3	0,58	0,4	14	4,7	0,8
	P4	0,29	0,4	17	4,8	1
	P5	0,64	0,3	7	2,3	0,7
	P6	0,35	0,4	55	3,3	0,7
	P7	0,39	0,9	27	17	1
	P8	0,48	15,5	12	14	3,1
nov./07	P1	0,3	0,4	14	5,8	0,7
	P2	0,41	0,4	16	3,1	0,5
	P3	0,59	0,5	16	5,1	0,9
	P4	0,53	0,5	21	5,2	0,8
	P5	0,47	0,4	7	3,3	0,5
	P6	0,46	0,3	57	3,4	0,3
	P7	0,24	0,6	28	12	0,6
	P8	0,82	14,2	14	19	3,1

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Planta da UFSCar- Campus de Araras (2007).

Anexo 5 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em abril/07.

Profundidade (cm)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PP
2	0,67	0,67	1,00	1,55	3,44	0,55	2,89
4	0,67	0,63	1,00	1,80	3,76	0,55	2,89
6	1,84	0,97	1,83	3,35	4,95	1,49	5,71
8	1,83	1,86	2,29	3,54	5,07	1,84	5,68
10	2,97	2,31	3,16	3,53	5,62	2,02	4,78
12	3,11	2,61	3,92	3,38	4,93	1,94	4,67
14	4,07	2,77	3,95	3,05	4,16	1,94	4,54
16	4,11	2,72	4,34	3,07	3,92	1,91	3,68
18	4,21	2,51	4,19	3,07	3,37	1,76	3,63
20	3,76	2,62	4,44	2,87	3,00	1,78	3,36
22	3,38	2,75	5,32	2,81	2,73	1,77	3,28
24	3,75	2,94	5,46	2,81	3,54	1,72	3,05
26	3,58	2,95	5,59	2,69	3,82	1,74	3,50
28	3,25	3,20	5,77	2,90	3,73	1,68	3,27
30	3,29	3,19	5,27	2,75	4,08	1,69	3,28
32	2,94	2,60	5,04	2,50	3,62	1,67	3,27
34	2,72	2,59	4,51	2,38	3,62	1,63	3,08
36	2,76	2,88	4,43	2,28	3,31	1,65	3,08
38	2,60	2,74	4,22	2,33	3,17	1,63	2,88
40	2,44	2,70	3,94	2,47	3,03	1,72	2,55
42	2,42	2,44	3,69	2,39	2,79	1,71	2,33
44	2,28	2,44	3,50	2,15	2,85	1,75	2,29
46	2,24	2,28	3,35	2,07	2,87	1,83	2,27
48	2,27	2,22	3,50	2,00	2,51	1,92	2,12
50	2,21	2,25	3,36	2,10	2,55	1,89	2,06
52	1,92	2,20	3,15	1,95	2,26	1,75	1,99
54	1,89	2,11	3,10	2,03	2,40	1,83	2,00
56	1,84	2,13	3,04	2,03	2,46	1,72	2,05
58	1,81	2,17	3,11	1,92	2,34	1,66	1,97
60	1,91	2,14	3,10	1,92	2,28	1,91	1,99

Fonte: Coleta de dados nos locais do experimento. Médias de 10 pontos de amostragens por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas; P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas; P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas; P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas; P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica; P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica; PP- Parcela de pastagem, representativa da área do experimento anterior ao início do trabalho.

Anexo 6 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em agosto/07.

Profundidade (cm)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PP
2	0,67	0,79	0,78	1,08	1,95	1,06	4,40
4	0,67	0,79	0,78	1,17	1,95	1,11	4,40
6	0,94	0,98	0,96	1,44	2,12	1,02	5,25
8	0,94	1,21	1,24	1,58	2,64	1,24	5,36
10	1,44	1,36	1,67	1,79	2,55	1,24	4,53
12	1,65	1,80	1,86	1,96	2,33	1,25	3,58
14	1,71	1,80	2,20	2,16	2,28	1,24	3,18
16	2,00	1,96	2,45	2,10	2,06	1,24	3,02
18	2,10	2,04	2,45	2,12	2,06	1,29	2,79
20	2,12	2,14	2,42	2,19	2,02	1,28	2,75
22	2,04	2,16	2,37	2,17	2,11	1,28	2,61
24	2,02	2,16	2,36	2,17	2,11	1,22	2,71
26	1,95	2,16	2,33	2,15	2,47	1,23	2,65
28	1,92	2,08	2,20	2,24	2,79	1,23	2,62
30	1,98	2,04	2,17	2,19	2,83	1,23	2,56
32	1,91	1,93	2,11	2,10	2,76	1,23	2,53
34	1,92	1,90	2,09	2,01	2,41	1,21	2,42
36	1,90	1,91	2,10	1,99	2,36	1,21	2,31
38	1,80	1,86	2,10	1,96	2,35	1,14	2,26
40	1,72	1,81	1,95	1,81	2,17	1,12	2,13
42	1,65	1,73	1,94	1,82	2,06	1,11	1,98
44	1,62	1,73	1,91	1,90	2,11	1,09	1,82
46	1,55	1,63	1,95	1,76	1,91	1,04	1,80
48	1,54	1,66	1,91	1,81	1,86	1,07	1,73
50	1,54	1,59	1,85	1,65	1,76	1,08	1,73
52	1,51	1,52	1,66	1,61	1,65	1,15	1,63
54	1,51	1,52	1,65	1,60	1,62	1,13	1,61
56	1,51	1,52	1,55	1,61	1,53	1,12	1,61
58	1,52	1,42	1,49	1,54	1,52	1,13	1,52
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Fonte: Coleta de dados nos locais do experimento. Médias de 10 pontos de amostragens por parcela.

P1- Parcela com café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas;

P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas;

P3- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu nas entrelinhas;

P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas;

P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica;

P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica;

PP- Parcela de pastagem representativa da área do experimento anterior ao início do trabalho.

Anexo 7 - Tabela da resistência do solo à penetração, Mpa, em dezembro/2007.

Profundidade (cm)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	PP
2	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	1,58
4	0,55	0,55	0,55	0,55	0,77	0,55	0,55	0,55	1,58
6	0,68	0,55	0,55	0,55	1,68	0,55	0,55	0,55	2,14
8	0,80	0,81	0,83	0,68	1,82	1,16	1,37	0,55	2,30
10	1,04	1,10	1,22	1,24	1,82	1,06	2,47	0,84	2,30
12	1,72	1,33	1,67	1,63	1,99	1,27	2,61	0,84	2,75
14	1,72	1,52	1,67	2,22	2,04	1,24	3,04	1,12	2,75
16	2,08	2,00	1,67	2,22	2,16	1,65	4,65	1,49	3,34
18	2,08	2,17	1,91	3,40	2,46	1,65	5,09	1,54	3,73
20	3,54	3,06	3,17	5,52	2,63	1,85	6,11	1,83	4,82
22	4,41	3,75	3,94	6,69	3,47	1,99	5,96	1,89	4,82
24	4,85	4,54	4,82	6,82	4,61	2,10	6,51	2,05	6,34
26	6,14	5,42	6,63	7,42	8,01	2,23	6,21	2,17	6,47
28	6,52	6,27	7,05	7,62	9,59	2,24	6,12	2,31	6,01
30	7,14	6,77	7,65	7,84	11,24	2,48	5,96	2,22	6,94
32	6,80	6,31	6,89	8,60	10,61	2,77	4,71	2,24	6,41
34	6,57	6,14	6,63	9,00	10,51	2,59	4,70	2,13	6,02
36	6,73	6,09	6,48	8,32	10,98	2,70	4,48	2,08	5,46
38	5,96	5,71	6,32	7,90	10,59	2,57	4,02	2,11	5,65
40	5,77	5,54	6,05	7,69	9,66	2,54	4,09	2,04	5,71
42	5,33	5,09	5,13	7,07	8,71	2,62	3,77	1,97	5,51
44	5,04	5,00	4,71	6,93	8,59	2,78	3,77	1,99	5,38
46	4,96	4,93	4,65	7,47	8,44	2,85	3,50	1,99	4,58
48	4,90	4,97	4,59	7,15	7,82	2,83	3,32	1,82	4,27
50	4,58	4,83	4,49	6,71	7,12	3,52	3,19	1,70	4,07
52	3,61	4,31	4,34	6,07	6,65	3,57	3,15	1,69	3,68
54	3,61	4,27	4,08	6,34	6,61	3,77	3,22	1,69	3,23
56	3,55	3,85	3,62	6,01	6,61	3,62	3,21	1,60	3,08
58	3,40	3,88	3,52	5,63	6,22	3,56	3,12	1,47	3,08
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Fonte: Coleta de dados nos locais do experimento. Médias de 10 pontos de amostragens por parcela.

P1- Parcela DE café orgânico com vegetação espontânea nas entrelinhas;

P2- Parcela com café orgânico e plantio de feijão guandu e mucuna anã nas entrelinhas;

P3- Parcela com orgânico e plantio de feijão bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas;

P4- Parcela com café orgânico e plantio de bananeiras e feijão de porco nas entrelinhas;

P5- Parcela com café convencional na área da Escola Técnica;

P6- Parcela de mata nativa na área da Escola Técnica;

P7- Parcela com café convencional de propriedade de um produtor parceiro em Avanhandava;

P8- Parcela com café orgânico de propriedade de um produtor parceiro em Garça.

PP- Parcela de pastagem representativa da área do experimento anterior ao início do trabalho.

QUADRO 3. COMPOSIÇÃO E OCUPAÇÃO DOS MEMBROS DA FAMÍLIA

Nome de referência	A. Parentesco com responsável	B. Sexo	C. Idade	D. Escolaridade	E. Ocupação principal	F. Renda mensal na ocupação principal	G. Ocupação secundária	H. Renda mensal na ocupação secundária	I. Dedicção à atividade agrícola
1	Responsável								
2									
3									
4									
5									

a. parentesco c/ responsável 01 responsável 02 cônjuge 03 filho/filha 04 pai/mãe/sogro (a) 05 nora/genro 06 neta (o) 07 agregados 08 outros b. sexo 01 masculino 02 feminino	d. escolaridade 01 analfabeto 02 lê e escreve 03 Mobral 04 Até 4ª Série (Primário) 05 1º G incompleto 06 1º G completo (Ginásio) 07 2º G incompleto 08 2º G completo (Colegial) 09 Nível técnico 10 Superior incompleto 11 Superior completo 12 não soube informar	e./ g. ocupação principal e secundária 01 trabalho por conta-própria na agricultura 02 trabalho assalariado na agricultura 03 trabalho não remunerado na agricultura 04 serviços domésticos 05 estudante 06 aposentado(a) 07 transformação agroindustrial 08 comércio de mercadorias 09 serviços de transporte 10 administração pública 11 atividades de ensino 12 indústria da construção 13 outras (especificar) 14 não se aplica	f. / h. renda mensal 01 até R\$ 200 02 R\$ 200 a 400 03 R\$ 400 a 600 04 R\$ 600 a 1.000 05 mais de R\$ 1.000 i. dedicação à atividade agrícola (média anual) 01 Mais de 80% do tempo de trabalho total 02 Entre 50 e 80% t.t.t. 03 Menos de 50% t.t.t. 04 Trabalhos esporádicos
---	---	--	---

QUADRO 4. REPARTIÇÃO DO TRABALHO DENTRO DA PROPRIEDADE AO LONGO DO ANO

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Out.	Nov.	Dez.
Mão-de-obra familiar (número de dias de trabalho por mês)												
Homens												
Mulheres												
Crianças <14 anos												
Mão-de-obra assalariada (homens/dias)												
Fixa												
Temporária com contrato												
Diaristas												
Troca de dias												

Motivo da contratação:

QUADRO 5. ITINERÁRIO TÉCNICO DO CAFÉ

(discriminar os produtores orgânicos, agroecológicos e convencionais)

Altitude mínima do cafezal: _____

Altitude máxima do cafezal: _____

Idade do cafezal:

Nº talhões de 0 - 3 anos: _____

Nº talhões de 3 - 10 anos: _____

Nº talhões de mais de 10 anos: _____

Variedades

Variedades	Área (ha)	Densidade (Nº pés por ha)	Produtividade (sc ben/ha)	Exposição ao sol (leste – oeste)	Declividade (pequena, media, forte)

Porque utilizou essa(s) variedade(s)?.....

Porque persiste com o café:.....

Qual a porcentagem da renda do café na propriedade?

Você cultivaria café orgânico?.....

Tratos culturais:

Adubação

Realiza? Sim/não

Química: Sim/não.....

Qual.....

Orgânica: Sim/não.....

Qual.....

Capina:

Realiza? Sim/não.....
 Mecânica: Sim/não.....
 Manual: Sim/não.....
 Química: Sim/não.....
 Qual.....

Podas:

Realiza? Sim/não
 Mecânica: Sim/não.....
 Manual: Sim/não.....
 Tipo: _____
 Intervalo de poda (em anos): _____

Recepa:

Realiza? Sim/não
 Frequência: _____
 Técnica: _____

Controle de pragas, doenças e invasoras. Produtos empregados

Realiza? Sim/não.....
 Convencional: Sim/não.....
 Agroecológica: Sim/não.....
 Orgânica: Sim/não.....
 Doenças e pragas controladas:

Colheita:

Tipo	Mão-de-obra (nº pessoas)	Ferramenta (tipo de colheitadora)	Data do início (último ano)	Data do fim da colheita (último ano)
Manual				
Mecânica				

Pós-colheita:

Método do beneficiamento:
 Via seca: (sim/não)
 Via úmida: (sim/não).....

Se for via seca:

Tipo de terreiro:
 Solo nu: _____
 Cimento (natural): _____
 Utilização de um secador. Sim/não: _____

Tipo do secador: _____
 Tipo de tulha para armazenamento do café:

Se for via úmida:

Realizado na propriedade: sim/não: _____.
 Realizado fora da propriedade: sim/não: ____
 Lugar do beneficiamento: _____

Venda:

Indicar o tipo da empresa ou da pessoa que compra parte ou totalidade da safra

Intermediários:

Cooperativa (precisar o nome delas): _____

Exportadores (precisar os nomes deles): _____

Quais são os principais motivos que justificam as suas vendas a esta empresa ou agente econômico?

QUADRO 6. ITINERÁRIO TÉCNICO DAS DEMAIS CULTURAS

Tipo de cultura	área	Consoiciada com café (sim/não)	Preparo do solo (manual/mecânico)	Tratos culturais (manual/mecânico)	Colheita (manual/mecânico)	Pós-colheita (mão-de-obra: homens/dia)	Produção da safra (kg)	Parte vendida (%)	Gasto de produção (insumo, prestação de serviço)	Receita obtida (Reais)

QUADRO 7. PECUÁRIA

	Número de cabeças por tipo:	Número de animais abatidos ou vendidos no ano passado	Quantidade de leite (litros) e/ou queijo (kg) produzidos por mês	Gastos com alimentação e produtos veterinários por ano	Receitas por ano
Bovinos de leite					
Bovinos de corte					
Suínos					
Aves					

QUADRO 8. MAQUINARIA E EQUIPAMENTO**Meios de transportes (nº)**

Carroça: _____

Motos: _____

Carros: _____

Caminhão: _____

Meios de tração (nº):

Cavalos e/ou muares: _____

Trator: _____

Tobata: _____

Equipamento para pós-colheita de café

Equipamento para pós-colheita das demais culturas e pecuária

QUADRO 9. ORGANIZAÇÃO E ASPECTOS CULTURAIS

O produtor ou a esposa é membro de uma ou várias das organizações seguintes:

Discriminação	Existe sim/não	Participa sim/não
Associação comunitária de produtores		
Associação de feirantes		
Condomínios agrícolas		
Cooperativas - (especificar tipo e nome):		
Sindicato de trabalhadores rurais (especificar o nome):		
Sindicato patronal rural (especificar o nome):		
Associação de mulheres/clube de mães		
Associação/clube de jovens		
Associação de igreja (pastorais, etc.)		
12.14 Outro - especificar : _____		

Ocupa ou ocupou cargo(s) diretivo(s) em alguma(s) das entidades listadas no quadro anterior?:
Sim /Não

Se sim, especificar:
