

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CÂMPUS DE BOTUCATU**

**DESEMPENHO DE DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE  
PRODUÇÃO DE CAFÉ NA REGIÃO DE GARÇA – SP, BRASIL.**

**MARIA JOSÉ ALVES BERTALOT**

**Relatório de Pós -Doutorado Junior  
- PDJ apresentado ao CNPq.**

**BOTUCATU – SP**

**NOVEMBRO - 2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**DESEMPENHO DE DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE  
PRODUÇÃO DE CAFÉ NA REGIÃO DE GARÇA – SP, BRASIL.**

**MARIA JOSÉ ALVES BERTALOT**

**ORIENTADOR: PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI**

**Relatório de Pós -Doutorado Junior  
- PDJ apresentado ao CNPq.**

**BOTUCATU – SP**

**NOVEMBRO- 2009**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini, meu orientador, pela dedicação, carinho, respeito e amizade que foram decisivos na conclusão deste trabalho;

Ao Departamento de Ciência do Solo/Recursos Naturais, pelo apoio e ajuda recebidos dos professores e funcionários;

Ao Departamento de Agricultura/ Recursos Naturais, na pessoa de Maria Lúcia Bellini Trindade, pelo apoio recebido;

À FEPAF pelo apoio para a elaboração deste trabalho;

Ao CNPq pela concessão da bolsa;

À Fundação Mahle pelo apoio recebido durante a realização do trabalho;

À Associação Biodinâmica pelo apoio e facilidades proporcionadas durante a realização do trabalho;

À Associação de cafeicultores orgânicos de Garça - SP pela possibilidade de desenvolver esta pesquisa.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	1
SUMMARY .....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
4. RESULTADOS .....	32
4.1 Propriedades do solo .....	33
4.2 Análise foliar do café .....	39
4.3 Análise biológica do solo .....	44
4.4 Análises Físicas de solo.....	46
4.4.1 Textura do solo.....	46
4.4.2 Densidade do solo.....	48
4.4.3 Estrutura do solo.....	50
4.4.4 Estabilidade de agregados .....	51
4.4.5 Porosidade do solo .....	52
4.4.6 Cor do solo .....	54
4.5 Manejo e colheita .....	56
4.6 Análises químicas de solo – segunda avaliação. Agosto de 2009 .....	66
4.7 Análise foliar do café. Segunda avaliação. Agosto de 2009 .....	69
4.8 Análise biológica do solo .....	73
4.9 Análise física do solo. Segunda Avaliação .....	74
4.10 Teor de nutrientes no grão de café .....	77
4.11 Teores de cafeína e ácido clorogênico no grão de café .....	81
4.12 Diagnóstico final .....	84
5. CONCLUSÕES .....	92
6. REFERÊNCIAS .....	94

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1. Análise química de solo – café de Garça/SP. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.....	38
TABELA 2. Conteúdo de nutrientes e teor de clorofila em folhas de café, em função dos tratamentos. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.....	42
TABELA 3. Análise biológica de solo. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.....	45
TABELA 4. Análise física do solo, granulometria do solo dos tratamentos.....	47
TABELA 5. Densidade do solo e densidade de partículas (g.cm <sup>-3</sup> ). Primeira avaliação. Janeiro de 2009.....	49
TABELA 6. Valores de percentagem da distribuição de agregados, por classe de tamanho, na profundidade de 0-20 cm, em função dos diferentes tratamentos .....	52
TABELA 7. Porosidade total, macro e microporosidade do solo, na profundidade de - 20 cm, em função dos tratamentos. Primeira avaliação. Janeiro de 2009 .....	54
TABELA 8. Análise química de solo – café de Garça/SP. Agosto de 2009 .....	67
TABELA 9. Concentração de nutrientes e teor de clorofila em folhas de café, em função dos tratamentos. Agosto de 2009 .....	70
TABELA 10. Análise biológica do solo – café de Garça. Segunda avaliação. Agosto de 2009 .....	73
TABELA 11. Densidade do solo e densidade de partícula (g cm <sup>-3</sup> ). Segunda avaliação. Julho de 2009 .....	74
TABELA 12. Porosidade total, macro e microporosidade do solo, na profundidade de 0 -20 cm, em função dos tratamentos. Segunda avaliação. Agosto de 2009.....	75
TABELA 13. Retenção de água do solo, na profundidade de 0-20 cm, em função dos tratamentos. Agosto de 2009 .....	76

TABELA 14. Concentração de nutrientes em grãos de café, em função dos tratamentos. Agosto de 2009 .....

78

TABELA 15. Quantidade de nutrientes na matéria seca de grãos de café em função dos tratamentos. Ano 2008-2009 .....

80

TABELA 16. Teores de cafeína e ácido clorogênico no grão de café maduro .....

83

---

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA 1. Mapa da região de Garça – SP .....	19
FIGURA 2. Temperatura e precipitação médias da região de Garça – SP .....	19
FIGURA 3. Extrato do balanço hídrico na região de Garça – SP .....	20
FIGURA 4. Chácara Paraíso – Tratamento 1. Janeiro de 2009 .....	25
FIGURA 5. Chácara Paraíso 2 – Tratamento 2. Janeiro de 2009 .....	26
FIGURA 6. Chácara Paraíso 1 – Tratamento 3. Janeiro de 2009 .....	27
FIGURA 7. Fazenda Gávea - Tratamento 4. Janeiro de 2009 .....	28
FIGURA 8. Sítio São José - Tratamento 5. Janeiro de 2009 .....	29
FIGURA 9. Sítio Arco – íris – Tratamento 6. Janeiro de 2009 .....	30
FIGURA 10. Relação entre o conteúdo de N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e teor de clorofila nas folhas de cafeeiro. Janeiro de 2009 .....	40
FIGURA 11. Cor do solo seco em função dos tratamentos e da origem do solo ....	55
FIGURA 12. Cor do solo úmido em função dos tratamentos e da origem do solo	55
FIGURA 13. Chácara Paraíso (tratamento 1) – manejo do café. Março de 2009 ...	56
FIGURA 14. Fazenda Gávea (tratamento 4) – roçada entre as linhas de café. Março de 2009 .....	57
FIGURA 15. Manejo agroflorestal do Sítio São José (tratamento 5). Março de 2009 .....	57
FIGURA 16 . Sítio Arco-íris (tratamento 6) roçada alternada entre as linhas de café. Março de 2009 .....	58
FIGURA 17. Colheita manual de café maduro na Chácara Paraíso 1, (tratamento 1). Agosto de 2009 .....	59
FIGURA 18. Colheita manual de café maduro no Sítio São José, (tratamento 5). Agosto de 2009 .....	59

	60
FIGURA 19. Colheita manual no Sítio Arco – íris (tratamento 6). Agosto de 2009 .....	
FIGURA 20. Colheita de café na Fazenda Gávea (tratamento 4). Agosto de 2009 .....	60
FIGURA 21. Secagem de café na Chácara Paraíso (tratamento 1). Setembro de 2009 .....	61
FIGURA 22. Secagem de café no Sítio Arco-íris (tratamento 6). Setembro de 2009 .....	62
FIGURA 23. Demonstração de equipamento de lavagem de café no sítio Arco-íris ..	63
FIGURA 24. Secagem de café na Fazenda Gávea (tratamento 4). Setembro de 2009 .....	63
FIGURA 25. Relação entre pH, matéria orgânica (%) e saturação por bases (V%) dos diferentes tratamentos estudados. Agosto de 2009 .....	68
FIGURA 26. Relação entre o teor de clorofila ( $\text{mg } 100 \text{ cm}^{-2}$ ) e conteúdo de nitrogênio nas folhas de café ( $\text{g kg}^{-1}$ ). Agosto de 2009 .....	71
FIGURA 27. Teor de clorofila ( $\text{mg } 100 \text{ cm}^{-2}$ ) e conteúdo de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) dos diferentes tratamentos durante o período de estudo .....	72
FIGURA 28. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) exportados pelos grãos de café maduro .....	79
FIGURA 29. Teores de cafeína e ácido clorogênico em grãos de café maduro. Outubro de 2009 .....	84
FIGURA 30. Tratamento 1 após a colheita de café. Novembro de 2009 .....	86
FIGURA 31. Tratamento 2 após a colheita do café. Novembro de 2009 .....	87
FIGURA 32. Tratamento 3 após a colheita do café. Novembro de 2009 .....	87
FIGURA 33. Tratamento 4. Após a colheita do café e poda de ponteiros. Novembro de 2009 .....	88
FIGURA 34. Tratamento 5 após a colheita de café, poda de ponteiros e manejo da sombra. Novembro de 2009 .....	89
FIGURA 35. Tratamento 6 após a colheita de café, roçada das entrelinhas do café. Novembro de 2009 .....	90



---

**LISTA DE QUADROS**

	<b>Página</b>
Quadro 1. Faixa de teores adequados de nutrientes na matéria seca das folhas de café. ....	43

---

# **DESEMPENHO DE DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ NA REGIÃO DE GARÇA – SP, BRASIL.**

**Autor: MARIA JOSÉ ALVES BERTALOT**

**Orientador: PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI**

## **RESUMO.**

Este trabalho foi realizado com o acompanhamento de diferentes sistemas de manejo de café nos Municípios de Garça e Lupércio – SP, e foram avaliadas áreas de produção convencionais, orgânicas, biodinâmicas e agrofloretais. Os objetivos desta pesquisa foram:

- avaliar o desempenho de diferentes sistemas agrícolas de manejo da cultura do café e a sua produtividade na região de Garça - SP;
- realizar um diagnóstico participativo inicial da situação dos sistemas a serem acompanhados;
- comparar o efeito das práticas de manejo nas propriedades físicas químicas e biológicas do solo, e no teor de nutrientes dos tecidos vegetais através da análise foliar, de cada sistema de manejo;
- determinar o teor de cafeína e de ácido clorogênico no grão/semente de café;
- realizar um diagnóstico participativo final da situação dos sistemas a serem acompanhados.

Para acompanhar os diferentes sistemas de produção foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

- Tratamento 1 - Manejo biodinâmico de café. Área localizada na Chácara Paraíso, Garça –SP;
- Tratamento 2 – Manejo orgânico de café. Área localizada na Chácara Paraíso 2, Garça –SP;
- Tratamento 3 – Manejo convencional de café. Área localizada na Chácara Paraíso, Garça –SP;
- Tratamento 4 – Manejo convencional de café. Área localizada na Fazenda Gávea, Lupércio – SP;
- Tratamento 5 – Sistema agroflorestal (SAF) integrado de café. Área localizada no Sítio São José, Jafa, Garça – SP;
- Tratamento 6 – Manejo biodinâmico de café. Área localizada no sítio Arco-íris, Garça – SP.

Conforme as diferentes práticas de manejo adotadas em cada sistema de produção foi observado que:

- A melhora no manejo das áreas em estudo contribuiu para um aumento do pH e teor de macronutrientes no solo, assim como da somatória de bases, capacidade de troca catiônica e porcentagem de saturação por bases.
- A melhora do manejo do solo e da adubação, resultou em maiores teores de nutrientes no tecido vegetal das plantas;
- Os teores de nutrientes nas plantas ficaram mais equilibrados até o final do estudo;
- A observação permitiu identificar melhoria na aparência das plantas ao longo do estudo, refletindo o manejo do solo e da cultura;
- Houve diferença nos teores de cafeína, com os cafés orgânicos e biodinâmicos apresentando valores menores, estando de acordo com os resultados encontrados na literatura.

# **PERFORMANCE OF DIFFERENT AGRICULTURAL SYSTEMS OF PRODUCTION OF COFFEE IN THE REGION OF GARÇA - SP, BRAZIL.**

**Author: MARIA JOSÉ ALVES BERTALOT**

**Adviser: PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI**

## **SUMMARY.**

This work was carried out accompanying different systems of management of coffee in the region of Garça and Lupércio - SP, Brazil, and evaluated conventional, organic, biodinamic and agroforestry areas of production. The objectives of this work were to evaluate the performance of different agricultural systems of management of the culture of coffee and its productivity in the region of Garça – SP; to carry through an initial participative diagnosis of the situation of the systems to be studied; to compare the effect of the management in the chemical and biological physical properties of the soil, and in the content of nutrients of vegetal tissues through the foliar analysis, of each system of management; to determine the content of caffeine and chlorogenic acid in the grain/coffee seed; to carry through a final participative diagnosis of the situation of the systems to be studied

In order to evaluate the different systems of production the following treatments were established: Treatment 1 – Biodinamic management of coffee. Area located in the Chácara Paraiso, Garça - SP; Treatment 2 - Organic management of coffee. Area located in the Chácara Paraiso 2, Garça - SP; Treatment 3 - Conventional management of coffee.

Area located in the Chácara Paraiso, Garça - SP; Treatment 4 - Conventional management of coffee. Area located in the Fazenda Gavea, Lupercio - SP; Treatment 5 - Agroflorestal system (SAF) management of coffee. Area located in the Sítio São Jose, Jafa, Garça - SP; Treatment 6 – Biodynamic management of coffee. Area located in the Sítio Arco-íris, Garça - SP.

As a consequence of different agricultural management adopted in each system of production was observed that: the improvement in care of soil and cultures in the areas in study contributed for an increase of pH and content of macronutrients in the soil, as well as of the quantity of soil bases, increase of cationic exchange capacity and percentage of saturation for bases in all the treatments.

The improvement of the practices of management of the soil and the fertilization, resulted in higher contents of nutrients in the vegetal tissues of the plants; it was observed an improvement in the appearance of the plants of all the treatments throughout the period of study, reflecting the management of the soil and the culture. It was observed a difference in caffeine content among the treatments, with lesser values in the organic and biodynamic coffee, but in accordance with those values reported by others authors.

## 1. INTRODUÇÃO.

O café pertence ao gênero *Coffea* da família Rubiaceae. Dentre as espécies cultivadas destacam-se *Coffea arabica*, conhecida como “café arábica”, e *Coffea canephora*, conhecida como “café conilon” ou “robusta”. O termo café vem da palavra derivada do árabe "Kahwah" (Caua), que nos chega através da palavra turca "Kahweh" (cave).

Café, a familiar bebida é feita pela ebulição dos grãos torrados e moídos de *Coffea arabica* L. e outras espécies de *Coffea* e tem sido uma das bebidas mais importantes no mundo, sendo comparável apenas com o chá, cacau e mate.

É sem dúvida hoje um dos vegetais mais populares do mundo. Uma versão diz que o café foi descoberto acidentalmente por um pastor que percebeu que suas cabras ficavam nervosas e inquietas quando comiam o fruto desta planta. Outra versão, no entanto, afirma que o café foi descoberto por alguns monges que costumavam tomá-lo para não dormir nas noites de oração. Mas o certo é que existem cerca de 30 espécies conhecidas de café.

Existem quatro espécies ou grupos principais de café, que são amplamente cultivadas e aproveitadas no comércio: café arábica (*Coffea arabica* L.), café

robusta (*C. canephora* Pierre ex Froehner), café da Libéria (*C. liberica* Hiern ex Mull.) e café sublime (*C. excelsa* A. Chev.). A espécie economicamente mais importante do café, *Coffea arabica*, produz cerca de 80-90% da produção mundial, *C. canephora* cerca de 20% e *C. liberica* cerca de 1%. O café arábica (*C. arábica* L; syn.: *C. moench vulgaris*, *C. laurijolia* Salisb.) é uma espécie originária das florestas subtropicais da região serrana da Etiópia (1.350 a 2.000 metros sobre o nível do mar) e é adequada ao clima tropical de altitude. Enquanto que o café robusta é originário das regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas da bacia do Congo.

O café arábica é um arbusto ou uma árvore pequena de folhas lisas e brilhantes. As folhas são relativamente pequenas, mas variam na largura, com tamanho médio de 12-15 cm de comprimento e 6 cm de largura, de forma oval ou elíptica, acuminadas, curtas, agudas na base, algumas vezes onduladas, sempre verdes. A ponta das folhas novas é bronzeada. Possui flores fragrantas, de cor branca ou cremosa, subsésseis ou com pedicelo muito curto, diversos em cada axila das folhas, num número de 2 - 9 ou até mais, reunidas em cachos. A corola é de cinco pétalas ovais, obtusas ou pontiagudas, igualando ou excedendo o tubo polínico; as anteras são mais curtas do que as pétalas da corola, completamente salientes, fixadas um pouco abaixo da metade dos filamentos, que são mais ou menos da metade de seu comprimento. A baga é oblonga - elíptica, mais ou menos de 1,5 cm de comprimento, sendo no início de cor verde, após cor vermelha e no final, cor azul - preto. As sementes variam em tamanho de 8,5 a 12,7 milímetros de comprimento.

Na literatura científica têm sido descritas numerosas variedades de *C. arábica*. Esta espécie tem duas variedades botânicas que são: *Coffea arabica* var. arábica e *Coffea arabica* var. Bourbon. Destas duas variedades têm surgido numerosas mutações e também existe um grande número de cultivares. A primeira variedade é a mais comum das duas.

Durante o século XVII, o café foi produzido em áreas localizadas na Arábia e países vizinhos para o consumo em toda a região muçulmana. A popularidade da bebida foi tal que a sua utilização pelos muçulmanos foi proibido por algum tempo.

Apesar de ter sido introduzido nos mercados europeus do sul por comerciantes árabes no final da Idade Média, o café não era muito conhecido na Europa até

que as rotas marítimas para o Oriente foram abertas por navegantes holandeses e ingleses no século XVII.

Arábia e as regiões vizinhas permaneceram como as únicas fontes de fornecimento de café até 1658, quando a Holanda introduziu o *Coffea arábica* no Ceilão e, em 1699, em Java. Vinte anos após a sua implantação em Java, os embarques de *C. arabica*, via Paris, chegaram à Martinica e a outros países, iniciando-se as plantações de café arábica no Novo Mundo. O café arábica foi levado para a Ilha de Martinica e para as Guianas pelos franceses e mais tarde foi introduzido no Brasil em 1727, onde ainda é a variedade mais extensamente cultivada. A var. Arábica transforma-se logo em uma árvore robusta se não for manejada e podada regularmente. Os galhos principais saem quase perpendiculares ao tronco, ficando suspensos quando se formam os galhos secundários e produzem os frutos de café.

Alguns pesquisadores consideram que a var. Bourbon é um mutante recessivo. Ela foi levada para a ilha de Reunião diretamente da Arábia pelos franceses e mais tarde introduzida nas Índias Ocidentais; sendo daí levada para a América Central e América do Sul. A variedade Bourbon constitui uma árvore mais ou menos fina, cujos galhos principais saem do tronco num ângulo de mais ou menos 45 graus, se tornando posteriormente quase horizontais e pendentes. As folhas são mais largas e as pontas bronzeadas são geralmente ausentes.

Como mencionado anteriormente, uma característica de *C. arabica* e também das outras espécies, é a freqüente aparição de mutantes distintivas de reprodução verdadeira, algumas das quais são pouco frutíferas enquanto que outras são superiores em vigor e qualidade do grão. Três destas espécies cultivadas, classificadas anteriormente como variedades, são o café Maragogipe (*C. arabica* cv. *maragogipe* = *C. arabica* var. *maragogipe* Hort.) que foi descoberta no Brasil em 1870; também se encontrou no Brasil em 1871 a cultivar "amarella", "Botucatu" ou "Golden drop coffee" (*C. arabica* cv. *amarella* = *C. arabica* var. *amarella* Hort. ex Froehner), e "o café angustifolia" (*C. arabica* cv. *angustifolia* = *C. arabica* var. *angustifolia* (Roxb.) Miq.), o qual apareceu pela primeira vez na província de Menado, das ilhas Célebes (Sula Wesi). As duas primeiras são plantadas comercialmente.

As primeiras mudas de café no Brasil foram plantadas em Belém do Pará e seu cultivo foi descendo a costa do litoral brasileiro, até chegar na década de 1770 ao Rio de Janeiro, adaptando-se muito bem nessa região. Depois de 1820, a cultura do café vai



ocupando o lugar da cana-de-açúcar e de outros cultivos no Rio de Janeiro e em São Paulo, e atinge seu apogeu de 1820 a 1870, na região conhecida como Vale do Paraíba, incluindo as Províncias do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Depois de 1870, a partir de Itú e Campinas, as plantações de café alcançaram o Oeste Paulista (de Limeira, Piracicaba, Rio Claro, Araras, Ribeirão Preto). No final do século XIX, nesta região era produzido o melhor e a maior quantidade de café para exportação do Brasil. A terra roxa (nome derivado de *rossa*, vermelha em italiano), própria desta região, era ideal para o cultivo da planta.

### **Sobre a história do café em Garça.**

Em 1916, Labieno da Costa Machado organizou uma caravana, que partiu da cidade de Campos Novos Paulista buscando desbravar terras do planalto do Estado. A comitiva fixou-se em terras virgens próximas ao rio do Peixe. O afluente foi batizado como Ribeirão da Garça, já que o local possuía um grande número dessas aves. Verificando que ali havia uma terra fértil iniciaram um processo de plantio e a primeira propriedade agrícola da região estava consolidada em 1920. Em 1926, Carlos Ferrari, iniciou a sua produção de café no lado direito do rio do Peixe. O município de Garça começou a se desenvolver, principalmente com a cultura do café. A instalação do município de Garça se deu em 5 de maio de 1929, com a comarca do município sendo efetivada em 12 de outubro de 1935.

Garça foi, ao longo do século XX, um dos principais pólos de produção cafeeira do Brasil. Em 21 de abril de 1962, o município viu nascer em seu território uma das mais importantes cooperativas cafeeiras do Brasil: a Garcafé (Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça). Atuando fortemente na representação de classe do setor cafeeiro, com líderes como Jaime Nogueira Miranda e Manoel Vicente Fernandes Bertone, a Garcafé ajudou a fortalecer a imagem do município nacional e internacionalmente, como um dos principais produtores de café do Brasil. A cooperativa também atua em duas outras importantes regiões cafeeiras do país: Patrocínio (MG) e Pirajuí (SP).

Nos anos 70, com o surgimento do nematóide, praga que ataca a raiz do cafeeiro, a cultura esteve a ponto de se extinguir na região de Garça, como ocorreu com municípios como Cafelândia e Pirajuí. No entanto, trabalhos de pesquisa, coordenados pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) no Campo Experimental "Dr. Alcides de Carvalho",

da Garçafé, encontraram a solução para o problema nas mudas enxertadas (cafés arábica e robusta). Isso permitiu que o café continuasse a ser até hoje um dos principais elos da economia do município.

O Projeto Café com RG foi desenvolvido pelo Sebrae/SP de Marília desde 2007. A iniciativa contou com a parceria da Prefeitura Municipal de Garça e da Associação dos Produtores de Cafés Especiais da Região de Garça, com apoio da FAEF, ETEC Centro Paula Souza, FATEC Garça, Sindicato Rural e Instituto Maytenus. <<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=20462>>.

Nessa mesma época iniciou-se um projeto em consultoria e capacitação para desenvolver tecnologia e mercado para café orgânico e biodinâmico, com apoio do SEBRAE, da Associação de Produtores Orgânicos de Garça e da Associação Biodinâmica. Este se desenvolveu durante dois anos conjuntamente com os agricultores que possuíam perfis de produção diferentes, como sistemas orgânicos, biodinâmicos, convencionais e agroflorestais.

Considerando estas diferenças e também a realidade de cada produtor, os objetivos deste trabalho foram:

- avaliar o desempenho de diferentes sistemas agrícolas de manejo da cultura do café e a sua produtividade na região de Garça - SP;
- realizar um diagnóstico participativo inicial da situação dos sistemas a serem acompanhados;
- comparar o efeito das práticas de manejo nas propriedades físicas químicas e biológicas do solo, e no teor de nutrientes dos tecidos vegetais através da análise foliar, de cada sistema de manejo;
- determinar o teor de cafeína e de ácido clorogênico no grão/semente de café;
- realizar um diagnóstico participativo final da situação dos sistemas a serem acompanhados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA.**

Desde sua descoberta, o café desempenha importante papel na economia de países produtores e de países processadores, comerciantes e consumidores. Produzido em mais de 60 países e movimentando anualmente US\$70 bilhões, o café é a segunda commodity mais comercializada no mundo, atrás somente do petróleo. O Brasil é o maior produtor mundial há mais de 150 anos e o café teve grande influência na construção do país (MOREIRA, 2009; CAIXETA E PEDINI, 2002).

É também, depois da água, a bebida mais popular, com consumo mundial anual superior a 400 bilhões de xícaras. O mercado internacional de cafés especiais, como orgânicos, sombreados, gourmets e socialmente justos cresce 12% ao ano, gerando oportunidades para produtores de café do mundo todo. Apesar do Brasil ser o maior produtor e exportador mundial de café, sua produção de café sombreado é orgânico é reduzida. O Brasil é caracterizado por áreas de monocultivo a pleno sol e grande parte da produção brasileira de café é originada de sistemas com pouca biodiversidade, contrapondo-se à crescente preocupação mundial com o meio ambiente e qualidade de vida (MOREIRA, 2009). Os

sistemas de produção convencionais de café são produtivos devido em parte ao elevado uso de adubos e outros produtos químicos que provocam um alto risco sócio-ambiental, além do elevado consumo de derivados do petróleo (MOREIRA, 2009; CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 1997; ALTIERI, 1999).

Atualmente o agronegócio do café envolve direta e indiretamente cerca de 10 milhões de pessoas em uma cadeia que vai do campo à xícara (COELHO, 2002). O cultivo tradicional do café em várias regiões do mundo, principalmente como praticado nas pequenas unidades de produção, recria as condições originais de crescimento da planta em sistemas agroflorestais diversificados, que compõe o cultivo alternativo/agroecológico/orgânico do café que pode, entretanto, variar dependendo se o cultivo é mais ou menos intensivo (NEVES et al, 2004a). É crescente a preocupação da sociedade com a saúde, a qualidade de vida e do meio ambiente, levando os consumidores a valorizarem a adoção de métodos de produção agrícolas que garantam a qualidade dos produtos e que sejam menos agressivos ao meio ambiente e socialmente justos com os trabalhadores rurais. É neste contexto que a agricultura orgânica surge como alternativa para produção agrícola mais sustentável, ambientalmente equilibrada e socialmente justa.

Agricultura orgânica é o sistema de produção que exclui o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade e agrotóxicos, além de reguladores de crescimento e aditivos sintéticos para a alimentação animal. Sempre que possível, baseia-se no uso de esterco animal, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças. Busca manter a estrutura e produtividade do solo, trabalhando em harmonia com a natureza. <[www.aa.org.br](http://www.aa.org.br)>.

A demanda por produtos orgânicos aumenta no mundo todo e gera oportunidades de mercado em diversas regiões do mundo. Cria oportunidades, principalmente para pequenos e médios produtores, incluindo comunidades de agricultores familiares e vários outros componentes da cadeia produtiva, o que tem promovido o desenvolvimento de áreas rurais próximas aos grandes centros urbanos e a corredores de exportação.

Apesar da pequena porcentagem que representa em relação à cafeicultura brasileira, o café orgânico é uma atividade com enorme potencial para promover a preservação ambiental e valorização social e econômica de uma região e representa uma ótima

oportunidade para fortalecer as organizações de pequenos produtores e reduzir as desigualdades sociais (COELHO, 2002).

O café orgânico é o resultado de um sistema de produção agrícola que busca manejar, de forma equilibrada o solo e os demais recursos naturais, de forma sustentável. Os produtores de café orgânico nacional são micro, pequenos, médios e grandes, todos com objetivos de diferenciação de seu produto e/ou preocupações ambientais (MOREIRA, 2009).

A certificação é o processo de verificação da conformidade da produção com normas e padrões técnicos pré-estabelecidos, sejam eles privados ou baseados nas legislações dos diversos países. No Brasil, a Lei 10.831/2003 determina que o processo possa ser efetivado através de certificação (inspeção de um técnico capacitado que verifica se a unidade de produção pode ou não ser considerada orgânica), ou através da certificação participativa, em que essa avaliação é feita pelos atores da cadeia. No processo de certificação do café, são inspecionadas as áreas de produção, assim como também todo o processo de beneficiamento (torrefadoras, embaladoras, etc.) (NEVES, 2004).

A certificação do produto orgânico garante sua origem e qualidade. Para o agricultor, a certificação enquadra o produto num segmento diferenciado, através da rotulagem, que o valoriza e o protege de eventual fraude que possa vir a ser praticada no mercado. O mesmo se aplica aos processadores e distribuidores. Finalmente, a certificação dá suporte à rastreabilidade do produto, possibilitando que qualquer tentativa de burla ao processo seja identificada e que providências sejam tomadas a tempo de proteger o consumidor final e o próprio sistema.

Um outro modelo de certificação que vem surgindo com bastante força é o do “fair trade” (comércio justo), que trata de aspectos éticos ligados à comercialização. Tem como característica a preocupação por parte dos consumidores, não só com a qualidade e o valor biológico dos produtos, mas também quanto às questões de cunho social e ecológico. Em diversos países, organizações não-governamentais emitem selos de certificação para o comércio justo, o que estabelece um caráter fiscalizador, garantindo a distribuição igualitária de lucros, a transparência nos processos comerciais e o monitoramento social das cadeias produtivas. As normas de produção de café fair trade podem ser obtidas na FLO (Fair Trade

Label Organization, <http://www.fairtrade.net/>) que é uma das certificadoras mais importantes do segmento.

O café orgânico constitui um produto diferenciado, de maior valor agregado, cujo mercado tem crescido e se fortalecido ao longo dos anos, conforme o cultivo tem aumentado, assim como a procura do consumidor (CAIXETA, 2000). A certificação do café orgânico é um processo necessário para aqueles que desejam produzir organicamente e comercializar seu produto no mercado formal (MOREIRA, 2009; HARADA, D.Y., 2001). Cada vez mais se torna importante e evidente a necessidade de promover entre os agricultores a adoção de sistemas agrícolas viáveis a longo prazo que tenham menor impacto adverso no ambiente, desenvolver ecossistemas estáveis, e estimular observações de um convívio diário do produtor com o solo, a planta, o animal e outros seres humanos. Além disso, aumenta a necessidade de se promover práticas agroecológicas que contribuam para a conservação dos recursos naturais, para a permanência do homem no campo, desenvolvendo sistemas agrícolas que procurem a auto-suficiência com a utilização de matéria prima gerada na propriedade, uso de adubos verdes, geração de atividades econômicas alternativas que contribuam para o bem-estar da população rural, valorização do trabalho no campo e reconhecimento da importância desta atividade em relação a outras no desenvolvimento humano.

A agricultura biodinâmica procura o cultivo da terra orientado pelo calendário astronômico e fases da lua; seguindo os ciclos da natureza. Os alimentos Demeter são produzidos conforme os fundamentos da agricultura biodinâmica, um impulso renovador do manejo agrícola, que devolve à agricultura a força criadora perdida durante o processo de industrialização e produção em massa. O solo recebe adubos e preparados biodinâmicos, que harmonizam e intensificam a ligação do solo e dos reinos animal e vegetal com o cosmo. O agricultor biodinâmico busca transformar sua propriedade num organismo agrícola, onde todas as atividades são integradas, trabalhando a cura da terra, o bem-estar dos animais, a produção de alimentos saudáveis SIXEL (2003). O café Demeter tem as características de um café gourmet, com sabor doce e suave e aroma incomparável. Um alimento digno e produzido em perfeita harmonia com o meio ambiente <<http://www.peabirus.com.br.>>

A agricultura biodinâmica promove o desenvolvimento de um organismo agrícola, integrando o solo, as plantas, os animais, o ser humano, em equilíbrio

com a natureza, criando um ambiente produtivo e sustentável, através da biodiversidade, do consórcio de culturas, da adubação verde, do desenvolvimento de sistemas agroflorestais.

A proposta de arborização em cafezais visa, por meio do sombreamento moderado, atenuar as ocorrências climáticas extremas e proporciona maior sustentabilidade ao sistema de produção, principalmente em áreas de pequenos e médios produtores. Entre os exemplos desta prática está o consórcio de café e coqueiro anão em Garça – SP. Nesse arranjo de plantio, os cafeeiros (cv. IAC Obatã) foram plantados no espaçamento de 2,0 metros entre ruas e 0,50 metros entre plantas totalizando 208 plantas por hectare. Nos sistemas arborizados estudados foi verificada significativa redução na incidência dos ventos em comparação ao monocultivo. Nos aspectos relacionados à produtividade, os experimentos mostraram até a safra de 2006, produções semelhantes entre os sistemas arborizados e o monocultivo de café (PEZZOPANE e CAMARGO, 2007).

Promovendo mais biodiversidade e maior sustentabilidade ecológica, o sombreamento pode oferecer vantagens técnicas quando comparado ao cultivo a pleno sol. Melhor qualidade de grão, redução da pressão de pragas e doenças, menor erosão e lixiviação, maior ciclagem de nutrientes, teores mais elevados de matéria orgânica e nutrientes no solo, redução nos gastos com controle de espécies vegetais invasoras. Manutenção de clima mais ameno e mais úmido, maior disponibilidade de água no solo e possibilidade de renda extra são algumas destas vantagens (MOREIRA, 2009; ALTIERI, 1999; CAMARGO 2007; COELHO et al., 2006).

MIRANDA et al. (1999) compararam *Coffea arabica* sombreado e a pleno sol. O café foi plantado no espaçamento 3m X 2m (duas mudas por cova). Para o sombreamento definitivo utilizou-se ingazeiros (*Inga edulis* Mart.) no espaçamento de 12 x 12 12m e no sombreamento temporário, bananeiras (*Musa sp*) a 6m x 2m. O resultado dos dois primeiros anos mostrou que o rendimento a pleno sol foi superior. Mas, conforme os autores, a baixa produtividade do café sombreado pode ser explicado pela falta de adaptação das plantas ao sombreamento ou mais provavelmente, pelo excesso de sombreamento a que foram submetidas as plantas no início do trabalho.

BLISKA et al. (2008) informam que as lavouras de café arábica são prejudicadas por temperaturas excessivamente elevadas e períodos de estiagem, que causam danos à cultura. As longas estiagens diminuem mais a produtividade das lavouras não

irrigadas. Também lavouras com população inferior a 2.500 plantas por hectare resultam em prejuízos, especialmente em épocas em que o preço de mercado recebido pelos produtores se posiciona abaixo dos R\$250,00/saca. Na Alta Paulista, região oeste do Estado de São Paulo, a produtividade média em 2006 foi de 35 sacas de 60 quilos de café beneficiado por hectare para café irrigado e de 17 sacas por hectare para o café não irrigado, sendo que as áreas irrigadas representam 5% do total e o cultivar predominante é Mundo Novo. Em São Sebastião do Paraíso, MG, a produtividade é de 23 sacas de café beneficiado por hectare.

BLISKA et al. (2009) obtiveram que o custo médio produção de café arábica nas regiões da Alta Paulista e Garça – SP foi de R\$234,84 e R\$230,15 por saca de café beneficiado (60 quilos) para a safra 2005/2006. A produtividade média na Alta Paulista foi de 35 sacas por hectare, a produtividade média de Garça – Marília foi de 22 sacas/ha e no sudoeste paulista, foi de 25 sacas/ha. MOREIRA (2009) informa que a produtividade média nacional do biênio 2006-2007 foi de 18 sacas de 60 kg/ha a um preço médio de US\$140/saca ou US\$2.520/ha.

Conforme GOMES e ROSADO (2005) a cafeicultura é uma cultura que é inviável de ser explorada com baixos rendimentos, visto que seus retornos econômicos estão estritamente vinculados à produtividade. Por ser uma cultura que exige tratamentos culturais e requer grandes inversões fixas, possibilita retornos compensadores quando produzida com altas produtividades. Os custos unitários de produção de café (saca de 60 kg) em Minas Gerais e São Paulo, no período de 1975 a 2001, apresentaram variações negativas de 4,25% e 4,50 % ao ano, enquanto as produtividades (saca de 60 kg/hectare) apresentaram variações positivas de 3,78% e 3,52% ao ano, respectivamente. Assim, pode-se constatar que os custos decresceram à medida que as produtividades aumentaram, e o aumento da produtividade foi maior em Minas Gerais do que em São Paulo. Para os autores as despesas com insumos e mão-de-obra representam as maiores parcelas dos custos operacionais unitários de produção em Minas Gerais e São Paulo e, sugerem que os cafeicultores procurem conhecer melhor as relações existentes entre os fatores de produção utilizados na atividade, para que, em razão das alterações nos preços dos mesmos, possam definir ações que visem alocar mais eficientemente os recursos produtivos, com vistas na ampliação de maior eficiência na exploração e maior produtividade, melhor qualidade e menor custo de produção.



Em relação ao solo, THEODORO et al. (2003) estudaram as mudanças nas características químicas, físicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), da região de Santo Antônio do Amparo (MG), sob agroecossistemas de produção de "café orgânico", "em conversão" e "convencional", em relação a um fragmento de mata nativa. Em duas fazendas sob influência de condições similares de clima e relevo, apresentando o mesmo cultivar (Acaiá IAC474-19) e idade da lavoura (cinco anos), foi realizado um levantamento de dados por um período de um ano. O solo foi amostrado na profundidade de 0-20 cm, em duas épocas (julho/1999 e dezembro/1999). A análise de componentes principais permitiu uma visualização conjunta das características que mais influíram no comportamento do solo dos diferentes sistemas estudados. De modo geral, as formas de manejo para produção de café orgânico, em conversão e convencional, proporcionaram aumentos na fertilidade do solo, quando comparados com a condição do solo do fragmento de mata nativa. No agroecossistema de produção de café orgânico, foram obtidas maiores alterações das características químicas em relação ao convencional; houve incrementos no pH e nos valores de Ca, Mg, K, P, Zn, B, CTC do solo, soma de bases, saturação por bases e diminuição do Al trocável.

Numa avaliação do manejo da cultura de café em diferentes tipos de solos, uréia, sulfato de amônio, salitre-do-chile e nitrocálcio, nas doses de 75, 150, 225 e 300 kg de nitrogênio por hectare, foram aplicados em experimentos com café Mundo-Novo, instalados em Latossolo Roxo da região de Ribeirão Preto e em Podzólico Vermelho-Amarelo orto da região de Mococa (SP). As produções foram crescentes com os aumentos de nitrogênio aplicado, sendo que as respostas para suas maiores quantidades foram maiores no Podzólico Vermelho-Amarelo orto. O sulfato de amônio, o Nitrocálcio e a uréia mostraram-se superiores ao salitre-do-chile no Podzólico Vermelho-Amarelo orto, apesar de a uréia não apresentar diferenças significativas relativamente ao salitre-do-chile. Em Latossolo Roxo, conquanto houvesse a mesma tendência, as diferenças não foram significativas. O parcelamento das doses de nitrogênio não beneficiou uma produção no Latossolo Roxo, porém as produções correspondentes ao parcelamento em quatro vezes foram maiores no Podzólico Vermelho-Amarelo orto (MORAES et al., 1985).

Para BERTONI, LOMBARDI NETO e BENATTI JUNIOR (1976) o conhecimento das relações entre água, solo e plantas é de grande importância na agricultura,

proporcionando aos técnicos a melhor utilização de diversas práticas de cultivo, não só para a economia da água e redução das perdas por erosão, como também para aumento da produção das culturas. O conhecimento do movimento da água na superfície do solo, o movimento através do seu perfil, a absorção, a evaporação e o uso da água pelas culturas é necessário para seu melhor emprego e controle. Os autores estudaram solos podzolizados de Lins e Marília, var. Marília, podzólico vermelho-amarelo, orto, e latossolo roxo para determinar as perdas por escoamento superficial, percolação e evapotranspiração. Foram efetuadas determinações de perdas por escoamento superficial e por percolação em três profundidades do perfil do solo (0,45 m; 0,90 m e 1,80 m) em solos submetidos a diferentes coberturas: rotação de cultura (algodão, soja, milho, gramínea); descoberto; cobertura morta; café – trato comum; café – cobertura morta; café – terreno – escarificado. café – irrigado. No podzolizado Lins e Marília var, Marília, não houve diferença de percolação e escoamento superficial por influência da profundidade do perfil do solo. As perdas por escoamento superficial e por percolação variaram com os diferentes usos do solo, Não houve influência na percolação pelos manejos utilizados no cafezal. No solo podzólico vermelho-amarelo, orto, com o aumento da profundidade do perfil a percolação diminui e o escoamento superficial aumenta. Há uma estreita relação entre a precipitação e a percolação. As perdas por escoamento superficial e por percolação variam com os diferentes usos do solo e também com as diferentes práticas de manejo utilizadas no cafezal. No latossolo roxo, com o aumento da profundidade do perfil a percolação aumentou. Há uma estreita relação entre a precipitação e a percolação. As perdas por escoamento superficial e por percolação variam com os diferentes usos do solo e também com as diferentes práticas de manejo utilizadas no cafezal.

BERTOLANI (1998) realizou uma caracterização física dos solos da microbacia hidrográfica do Córrego Água F, em Veracruz, SP. Os solos da bacia eram latossolo vermelho-escuro (LE), podzólico vermelho-amarelo abrupto (PV2), podzólico vermelho-amarelo nos usos: café pastagem e mata/capoeira. A densidade do solo nos horizontes superficiais no LE, em pastagem e café, mostrou correlação positiva com a infiltração de água. Este fato, aliado à reduzida espessura dos horizontes superficiais, indica intenso processo de degradação dessa unidade de solo. Para o PV2 verificou-se diminuição da espessura do horizonte A, nas culturas de café e pastagem, em relação à encontrada sob mata /capoeira. A perda do horizonte A nas áreas com cultivo indica a ocorrência do processo

erosivo e também a importância da cobertura vegetal na preservação e manutenção das camadas superficiais do PV2.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado com o acompanhamento de diferentes sistemas de manejo de café nos Municípios de Garça e Lupércio – SP, e foram avaliadas áreas de produção convencionais, orgânicas, biodinâmicas e agroflorestais.

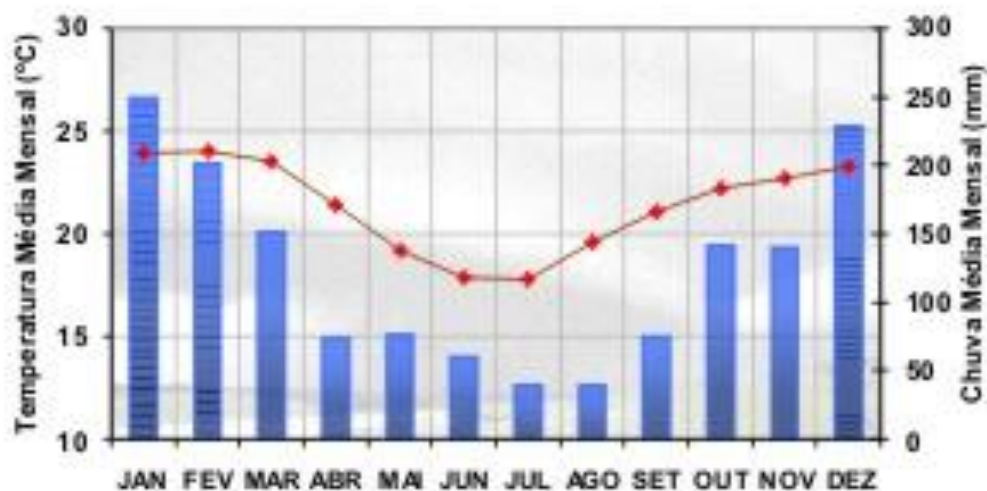
Algumas características da região de Garça – SP, região tradicional cafeeira:

Ao norte limita-se com os municípios de Álvaro de Carvalho e Pirajuí. Ao sul limita-se com os municípios de Gália, Alvinlândia e Lupércio. A leste limita-se com os municípios de Gália e Presidente Alves. A oeste limita-se com o município de Vera Cruz (Figura 1). A altitude média está em 683 metros acima do nível do mar. Tem uma superfície

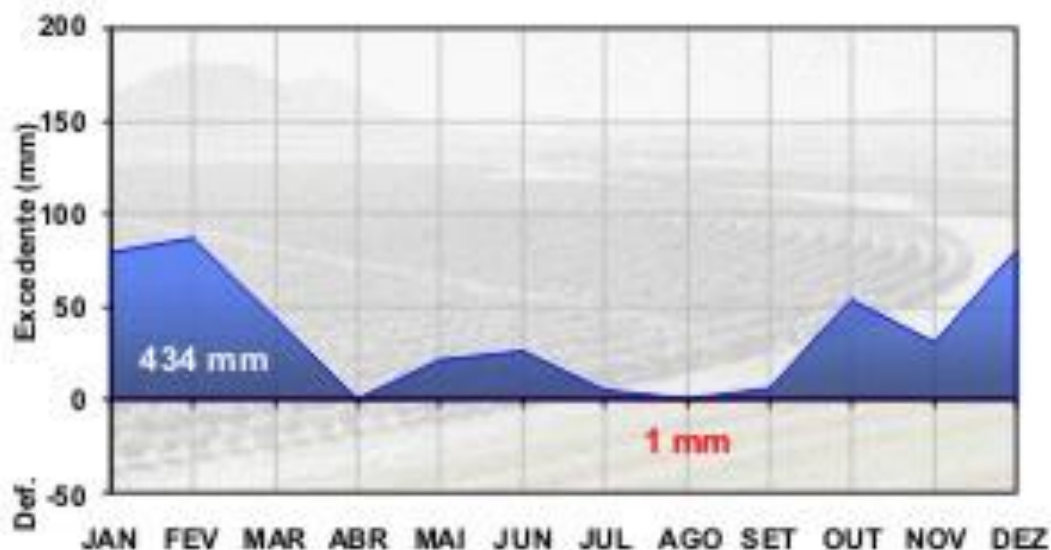
de 555,8 km<sup>2</sup> sendo 50,2 km<sup>2</sup> na área urbana e 505,6 km<sup>2</sup> na área rural. Clima: Sub-Tropical; Temperatura: máxima 30°C - mínima 17,8 °C; período mais quente de dezembro a março, com temperatura oscilando entre 25 a 30 graus, coincidindo com a época mais chuvosa do ano, temperatura mais amena entre os meses de abril e julho. Índice Pluviométrico: 1.475 mm/ano, apresentando uma estação chuvosa, de outubro a março, sendo que em maio e junho eventualmente podem ocorrer períodos chuvosos.



FIGURA 1. Mapa da região de Garça – SP.



**FIGURA 2. Temperatura e precipitação médias de região de Garça – SP.**



**FIGURA 3. Extrato do balanço hídrico na região de Garça – SP.**

O extrato do balanço hídrico normal evidencia os períodos de deficiência e de excedente hídrico. Em termos médios, o excedente hídrico total ao longo do ano é de 472 mm e a deficiência hídrica é de 4 mm.

A topografia é ondulada, sendo a sua maior área localizada em território de espigões, onde ocorre grande quantidade de pequenos ribeirões ou riachos, convergindo todos para a formação dos Rios do Peixe, Tibiriçá e Feio.

A região é caracterizada por luxuriante vegetação rasteira, predominando as gramíneas, sendo que a vegetação anterior era constituída pela Floresta latifoliada tropical, com predomínio das essências florestais conhecidas vulgarmente como peroba, guarantã, pau-d`alho, cabreúva, ipê, e outras.

O solo da região é classificado como Podzólico, variação Marília (Argissolo Vermelho e Vermelho – amarelo, associado a Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho nos espigões, conforme o Escritório Regional da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI (2009) em Garça e PRADO (1985).

Para a elaboração deste trabalho foi realizado um diagnóstico participativo inicial com os produtores das diferentes áreas a serem estudadas. As visitas foram realizadas e suas atividades acompanhadas ao longo do período de estudo, a partir do final de 2008, na época de final de colheita, secagem, beneficiamento da produção de café, coincidindo com a realização do manejo e tratamentos culturais com o intuito de recuperar as plantas após a colheita e preparação para o ano seguinte. Em relação a comercialização, os produtores tendem a segurar a produção para tentar conseguir melhores preços, o que nem sempre ocorre, e terminam vendendo a um preço inferior, conforme as suas necessidades.

Os produtores orgânicos muitas vezes também terminam vendendo a maior parte de sua produção como convencional, que é comercializada através das cooperativas de cafeicultores de Garça ou de Vera Cruz.

A fim de conhecer o estado nutricional do solo e da cultura foram coletadas amostras de solo representativas das áreas em questão (tratamentos), na profundidade de 0-20 cm, para a realização de análises físicas pelo método do densímetro (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997) e químicas pela metodologia descrita por Raij et al. (2001).

Foram coletadas também amostras de solo de 0-20 cm de profundidade para a realização de análises de densidade de solo pelo método do torrão impermeabilizado, de acordo com a metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997) e amostras de 0 - 5 cm para a realização de análises biológicas do solo: respiração, conforme método de Anderson (1982), e biomassa microbiana, conforme Vance et al. (1987).

As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, e as análises biológicas foram realizadas no laboratório do Departamento de Solos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP. O delineamento experimental consistiu em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, num total de 24 parcelas. Cada parcela experimental ocupou uma área de 400m<sup>2</sup> (20 m x 20 m), com 2 metros de bordadura entre as parcelas. A análise de variância será realizada pelo Programa Sisvar e o teste de Tukey será utilizado para a comparação das médias.

Além disso, foram coletadas amostras de tecido vegetal para realização de análises químicas foliares de macro e micronutrientes no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, SP. A quantidade de clorofila nas folhas também foi determinada utilizando-se o aparelho denominado clorofilômetro, marca Minolta, modelo SPAD -502. Os valores de leitura (X) obtidos no clorofilômetro foram utilizados na equação seguinte, onde Y corresponde à estimativa da quantidade de clorofila na folha em mg.100cm<sup>-2</sup>. A clorofila foi medida em quatro épocas diferentes, Janeiro, Junho, Agosto e Outubro de 2009.

$$Y = 0,0996 (X) - 0,152.$$

Na época da colheita foram obtidas amostras de grãos de café cereja para análise do teor de nutrientes no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do DRN/Solos. Também se realizou avaliação de teores de cafeína e compostos fenólicos no grão de café moído, com auxílio do equipamento LC-MS do Laboratório Central da FEPAF/FCA – UNESP, Botucatu - SP. As diferentes amostragens de solo e de tecidos e medição do teor de clorofila foram realizadas no início e após seis meses de avaliação, sendo que as análises de compostos químicos (cafeína e compostos fenólicos) foram realizadas na época de colheita dos grãos.

O espaçamento do café nas diferentes propriedades é de 3,80 X 0,60 metros, com uma população de 4.761 pés por hectare (na média), com pequenas variações de um tratamento a outro. A espécie plantada em todas as propriedades estudadas é *Coffea arabica*, com diferentes cultivares. Nas chácaras Paraíso (tratamento 1) e Paraíso 2 (tratamento 2) o café é da cultivar Obatã, com quatro – cinco anos de plantio; no tratamento 3 da chácara Paraíso, o café pertence às cultivares Mundo Novo e Catucaí (Icatu x Catuai), com oito anos de idade; o café do tratamento 4, da fazenda Gávea, é da cultivar Catucaí vermelho, com dez anos de idade; no tratamento 5, sistema agroflorestal do Sítio São José o café também é do cultivar Catucaí; no sítio Arco-íris (tratamento 6) o café é da cultivar Icatu amarelo e vermelho. Existe uma tendência entre os produtores de Garça para introdução da cultivar Obatã, devido à sua resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), ainda que seja uma

cultivar que deve ser manejada com mais cuidado do que as outras, porque tende a carregar muito e fica enfraquecida devido à elevada produção, ocorrendo até morte dos ponteiros. As cultivares Catucaí e Icatu, já plantadas e manejadas em algumas das propriedades, também apresentam resistência à ferrugem, conforme Ricci et al., 2002. Nas outras cultivares tem sido necessário fazer aplicações periódicas de calda bordalesa e outros produtos a base de cobre para o controle da ferrugem. O café Obatã está sendo consorciado com as outras cultivares já existentes na área, substituindo pés de café defeituosos, preenchendo espaços vazios nas linhas.

### **3.1 Diagnóstico inicial.**

O presente trabalho foi realizado em diferentes propriedades dos municípios de Garça e Lupércio, conforme a descrição seguinte:

- Tratamento 1 - Manejo biodinâmico de café. Área localizada na Chácara Paraíso, do Banco da Terra que fazia parte da antiga fazenda Imaculada Conceição, município de Garça, propriedade do Sr. João Felix Filho. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo ou Argissolo Vermelho-Amarelo abrupto, com um horizonte de transição entre os horizontes A e B (distrófico), solo lavado, com erosão histórica; o horizonte A foi desaparecendo, permanecendo o horizonte B, representado por uma camada arenosa.
- Tratamento 2 – Manejo orgânico de café. Área localizada na Chácara Paraíso 2, do Banco da Terra que fazia parte da antiga fazenda Imaculada Conceição, município de Garça, propriedade do Sr. João Felix Pai. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo ou Argissolo Vermelho-Amarelo abrupto, com um horizonte de transição entre os horizontes A e B (distrófico), solo lavado, com erosão histórica; o horizonte A foi desaparecendo, permanecendo o horizonte B, representado por uma camada arenosa.



- Tratamento 3 – Manejo convencional de café. Área localizada na Chácara Paraíso, que fazia parte da antiga fazenda Imaculada Conceição, município de Garça, propriedade do Sr. João Felix Filho. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico;
- Tratamento 4 – Manejo convencional de café. Área localizada na Fazenda Gávea, município de Lupércio, propriedade do Sr. Antonio Calmón Du pin de Almeida. O solo é classificado como associação de Argissolo Vermelho–Amarelo e Argissolo Vermelho, álicos e distróficos;
- Tratamento 5 – Sistema agroflorestal (SAF) integrado de café. Área localizada no Sítio São José, Jafa, município de Garça, propriedade do Sr. José Panzani Filho. O solo é classificado como Argissolo Vermelho – Amarelo eutrófico, abrupático. Até final de 2008 (Outubro – novembro de 2008), esta área era manejada como biodinâmica. A partir dessa data, o produtor aplicou nitrocálcio (20% de nitrogênio, 2-8% de cálcio e 1-5% de magnésio) na plantação, juntamente com casca de café e composto.
- Tratamento 6 – Manejo biodinâmico de café. Área localizada no sítio Arco-íris, município de Garça, propriedade do Sr. Wanderlei de Oliveira. O solo é classificado como Argissolo vermelho – amarelo abrupático, com um horizonte de transição entre os horizontes A e B (distrófico), solo lavado, com erosão histórica; o horizonte A foi desaparecendo, permanecendo o horizonte B, representado por uma camada arenosa.

A área do tratamento 3, foi escolhida porque durante a elaboração do diagnóstico participativo os produtores perceberam as diferenças existentes entre este solo (Latosolo) e os demais solos do estudo, Argissolos, correspondentes aos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6. Estes últimos tratamentos constituíram a base do experimento e permitiram a comparação entre os diferentes sistemas de manejo, sendo que o tratamento 3, apresentava algumas características diferenciadas em relação aos outros tratamentos, em termos de manejo do solo, adubação, textura, conservação de água. Estes tipos de solos, Argissolos e Latossolos, já foram estudados anteriormente por outros pesquisadores, em relação ao seu comportamento,

manejo e produtividade, na região de Marília/Garça – SP e em outras regiões (BERTONI, LOMBARDI NETO e BENATTI JUNIOR, 1976; MORAES et al., 1985; BERTOLANI, 1998; THEODORO et al., 2003).

As áreas de estudo pertencem a membros da Associação de cafeicultores orgânicos de Jafa – SP. As Chácaras Paraíso, Paraíso 2, o sítio Arco-íris e o Sítio São José são pequenas propriedades e suas áreas são diversificadas, tendo além do café outras atividades agrícolas. No caso das chácaras Paraíso (Figura 4), Paraíso 2 e Sítio Arco-íris, os produtores mantêm uma pequena criação de gado, que também ajuda na produção de esterco para uso na área agrícola, através da compostagem desse material.



**FIGURA 4. Chácara Paraíso – Tratamento 1. Janeiro de 2009.**

Nas Chácaras Paraíso - tratamento 1 e Paraíso 2 – tratamento 2 (Figura 5), a maior parte do trabalho e das atividades agrícolas é realizado de forma manual. Em 2008-2009, a adubação do café biodinâmico do tratamento T1 (Chácara Paraíso) consistiu na aplicação de três quilos de composto por planta, dividido em duas aplicações no final do ano de 2008. Para uma população (stand) de 4.762 pés por hectare, foram aplicados 14.286 kg de composto por hectare, contendo 286 kg de nitrogênio, 214 kg de fósforo e potássio + ½ tonelada de calcário por hectare. Também foi feita aplicação foliar de biofertilizante biodinâmico (elaborado com esterco bovino, água e preparados biodinâmicos de composto) e

uma mistura de água (100 litros) e urina de vaca em lactação (1 litro), pulverizada nas plantas regularmente ao longo do ano de 2009. Foi considerado que o composto tem em média 2% de nitrogênio, 1,5% de fósforo e potássio, conforme Lima et al. (2003). Os preparados biodinâmicos são elaborados com as seguintes plantas medicinais: milfolhas (*Achilea millefolium*), camomila (*Matricaria chamomilla*), urtiga (*Urtiga dioica*), casca de carvalho (*Quercus robur*), dente-de-leão (*Taraxacum officinallis*) e valeriana (*Valeriana officinallis*), conforme CORREIA-RICKLI (1986).

No caso do tratamento 2 (Chácara Paraíso 2) com a mesma necessidade de adubação que o tratamento 1, para a mesma população de plantas, foram aplicados dois quilos de composto por pé, divididos em duas aplicações, totalizando 9.524 kg por hectare, equivalendo a 190 kg de nitrogênio por hectare + calcário (1/2 tonelada por hectare). O produtor realizou pulverização foliar com biofertilizante (a base de esterco bovino e água) e com uma mistura de água (100 litros) e urina de vaca em lactação (1 litro) durante o ano de 2009.



**FIGURA 5. Chácara Paraíso 2 – Tratamento 2. Janeiro de 2009.**

Para o tratamento 3 (Chácara Paraíso convencional), o produtor aplicou 400 kg por hectare fertilizante (20-05-20) + herbicida Glifosato + calcário (200 gramas por metro linear) em novembro de 2008.



**FIGURA 6. Chácara Paraíso 1 – Tratamento 3. Janeiro de 2009.**

A Fazenda Gávea – tratamento 4 (Figura 7) possui um equipamento agrícola moderno – trator, tanque para irrigar e aplicar biofertilizante, sistema de irrigação, equipamento de colheita – colheitadeira de café – pátios de secagem secadora, classificadora de café maduro e verde, equipamento de beneficiamento de café, além de contar com um sistema de reutilização da água na lavagem e um sistema de tratamento da água utilizada.

No tratamento 4 foi aplicado adubo base fértil (16-03-03 + 0,3 Zn + 0,2 B) na quantidade de 120 gramas por metro linear + palha de café (8 a 10 litros por planta) + calcário (200 gramas por metro linear) em novembro de 2008. Em dezembro foi aplicado nitrato de amônia, (32% N) na relação de 120 gramas por metro linear, equivalendo a 100 kg de nitrogênio por hectare Também foi aplicado herbicida Glifosato para controle de ervas de folha larga nas ruas e fungicidas para controle de doenças. Também são realizadas aplicações periódicas de adubos foliares.



**FIGURA 7. Fazenda Gávea - tratamento 4. Janeiro de 2009.**

O sítio São José – tratamento 5 (Figura 8), do Sr. Panzani, foi pioneiro no estabelecimento de sistemas agroflorestais – café arborizado na região de Garça e Jafa. Este trabalho é feito com a manutenção de espécies nativas na área agrícola e introdução de diversas espécies de árvores e arbustos nativos e alguns exóticos, com ênfase nas espécies de leguminosas, além de outras plantas, como bananeiras.

Estas plantas se consorciavam adequadamente com o café, criando um sistema arborizado, diversificado, adequado para a produção e manejo, num ambiente de sub-bosque. Também é mantida adubação verde junto ao café e no meio das ruas, sendo usado, guandu, crotalária, tefrósia, feijão de porco, entre outras plantas, além da conservação das plantas espontâneas, nativas da região.



**FIGURA 8. Sítio São José - tratamento 5. Janeiro de 2009.**

Esta propriedade, além do manejo agroflorestal, realizou manejo biodinâmico durante vários anos, até o final do ano passado, época em que os produtores passaram a fazer um manejo agrícola integrado da área, consorciando adubação orgânica e adubação química. Além dos benefícios e aporte de nutrientes provenientes do próprio sistema agroflorestal, após a colheita de 2008 foram aplicados nitrocálcio (100 gramas por metro linear) e cloreto de potássio (50 gramas por metro linear). O manejo é realizado de uma forma integrada, utilizando adubação orgânica e química, com o sistema agroflorestal e a adubação verde mantida nas ruas e nas linhas de café. Também foram aplicados casca de café e biofertilizante ao longo de 2009.

O produtor do Sítio Arco-íris – tratamento 6 (Figura 9) possui tanque para irrigação e aplicação de biofertilizante puxado pelo trator; o biofertilizante é aplicado na área da saia dos pés de café; também possui roçadeira – roçocarpa para manejar a vegetação no meio das ruas. O produtor mantém *Brachiaria decumbens* e vegetação espontânea no meio

das ruas, para cobertura e proteção do solo, assim como para produção de biomassa. As faixas de braquiária são roçadas alternadamente, e é aplicado preparado biodinâmico fladen nesta biomassa. O sítio possui secador de café aéreo e pátio de secagem, equipamento para lavagem idealizado e construído pelo proprietário. Como adubação do tratamento 6 foi aplicado 1 kg de composto biodinâmico dividido em três aplicações, mais ½ tonelada de calcário no final do ano. Também foram realizadas aplicações de biofertilizante ao longo do ano de 2009.



**FIGURA 9. Sítio Arco – íris – tratamento 6. Janeiro de 2009.**

As chácaras Paraíso, Paraíso 2 e o sítio Arco-íris, também vem desenvolvendo sistemas agroflorestais nas áreas de café biodinâmico e orgânico, com a utilização de diferentes espécies pioneiras, como mamona, guandu, frutíferas e espécies nativas, além de cortinas quebra-ventos com capim napier, cana-de-açúcar, nas bordas dos talhões. O sistema de manejo orgânico, a forma de colheita (manual) e o tratamento pós-colheita do grão fazem destes cafés orgânicos e biodinâmicos um produto de alta qualidade e produzido sem adição de agroquímicos. O café convencional da Fazenda Gávea, ainda que não possua as características do café orgânico, também é um produto convencional de alta qualidade devido ao manejo no campo, na colheita, e no beneficiamento. No caso do sistema

agroflorestal do Sítio São José os grãos são também colhidos manualmente, selecionando o café maduro, gerando também um café convencional de alta qualidade.

Em relação aos insumos agrícolas utilizados pelos produtores, fertilizante é qualquer material que, melhorando as condições físicas, químicas ou biológicas do solo, concorre para o aumento das colheitas (MALAVOLTA, 1967). Os fertilizantes podem ser classificados como minerais e orgânicos (orgânico simples, organo-mineral, composto), conforme KIEHL (1985).

A palavra composto designa o fertilizante orgânico preparado pelo amontoamento de restos animais e vegetais, ricos em substâncias nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono; a mistura tem por finalidade sujeitá-los a um processo fermentativo que conduza essas matérias-primas, por processo de decomposição microbiológica, ao estado de parcial ou total humificação (KIEHL, 1985). O uso de esterco líquido ou biofertilizante é uma prática antiga baseada na mistura de água, esterco animal, material vegetal, cinzas, pó de rochas, existindo diferentes fórmulas e métodos de elaboração, conforme Penteadó (1999), SIXEL (2007) e D'ANDREA (2003).

O preparado biodinâmico fladen é elaborado usando 5 baldes esterco de vaca em lactação + 100 gramas de casca de ovo triturada + 500 gramas de basalto + preparados biodinâmicos de composto (CORREIA-RICKLI, 1986).

Os preparados biodinâmicos constituem um dos diferenciais da agricultura biodinâmica e são os seguintes: a) preparado chifre-esterco (500) é elaborado a partir de esterco fresco de vaca; b) preparado chifre-sílica (501) é elaborado a partir de quartzo móido (silício); c) os preparados a partir das plantas medicinais milfolhas, camomila, urtiga, casca de carvalho, dente-de-leão e valeriana são usados como suplemento ao composto orgânico, denominando-se, desta forma, composto biodinâmico (HERMÍNIO, 2003).



#### **4. RESULTADOS.**

O cafeeiro é uma espécie bastante exigente em fertilidade de solo. Desde os primórdios da cafeicultura nacional, período em que não se utilizava nenhuma forma de adubação, a cultura se desenvolvia bem em terras recém desmatadas onde os níveis de fertilidade natural eram altos. A ausência de adubações e práticas conservacionistas exauria a fertilidade e reduzia a produtividade. Levando os cafeicultores a derrubarem novas matas virgens visando lavouras mais produtivas. Aproximadamente em 1840, os cafeicultores brasileiros começaram a utilizar adubos orgânicos como esterco, chifres moídos, palhas, etc. (MOREIRA, 2009; ROMERO e ROMERO, 1997). A disseminação da adubação química na cafeicultura ocorreu a partir dos anos de 1950, propiciando o cultivo do cafeeiro em terras já desmatadas e também em terras de baixa fertilidade natural com resultados significativos sociais e econômicos ao país (MOREIRA, 2009; MALAVOLTA et al. 1974).

Atualmente, cultiva-se café em diversas regiões do país e a fertilidade natural do solo não é mais fator limitante, pois pesadas doses de fertilizantes químicos são utilizadas. Entretanto, esta grande quantidade de adubos químicos resulta em um alto custo de produção e, sobretudo, em um elevado custo ambiental, devido a perdas de nutrientes e gastos

energéticos no processo produtivo que contribuem para a contaminação da água e o aquecimento global (MOREIRA, 2009). No período entre os anos agrícolas de 2006 e 2007, o aumento nos preços do NPK chegou a 100% (MOREIRA, 2009; CRUZ, 2008). Desta forma, os produtores vêm buscando maior eficiência no uso de adubos bem como formas alternativas de reposição de nutrientes e minimização de perdas nas lavouras (MOREIRA, 2009).

Visando uma agricultura sustentável, convencional ou orgânica, com menores gastos com insumos, é importante gerar tecnologias que mantenham ou aumentem a fertilidade natural do solo (MENDOZA, s.d.; MOREIRA, 2009).

Para o cultivo orgânico de café, a fertilidade natural do solo é muito importante, já que o suprimento nutricional somente com insumos resulta em alto custo, devido aos volumes consideráveis em que devem ser aplicados e ao custo de mão de obra (MOREIRA, 2009; COELHO et al., 2006). O cultivo de café consorciado com espécies arbóreas, algumas delas leguminosas, tem sido desenvolvido em muitas regiões do mundo, como na América Central (ANACAFÉ, 1991; MENDOZA, s.d.; MOREIRA, 2009; COELHO et al., 2006)

Além de promover um microclima mais agradável para a cultura através do sombreamento, favorece o aumento da matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes no solo, a fixação biológica de nitrogênio, entre outras vantagens e benefícios (ANACAFÉ, 1991; MENDOZA, s.d.; MOREIRA, 2009; COELHO et al., 2006)

#### **4.1 Propriedades do solo.**

O solo por meio 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 das plantas (Matiello et al., 2003). Em relação à textura, de um modo geral, os solos com textura média são os mais favoráveis ao desenvolvimento das raízes do cafeeiro. A estrutura do solo mais favorável ao bom desenvolvimento é a granular ou em blocos, de tamanho médio e grau moderado a forte.

Os resultados da primeira amostragem de solo realizada em janeiro de 2009 estão mostrados na Tabela 1. Conforme Raij et al. (1997) a sugestão de calagem para café deve ser a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases da camada arável do solo a 50% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Conforme RICCI (2002), ANACAFE (1991) e TEIXEIRA (2008) o cafeeiro desenvolve-se melhor em solos com valores de pH entre 6,0 e 6,5. Sempre que a análise química do solo revelar pH inferior a 6,0 deve-se proceder a calagem.

Neste trabalho, observa-se que somente o tratamento 5 (Sistema agroflorestal integrado) satisfaz as necessidades de saturação por bases (V%) para a cultura de café, com valor de 63,50% , teor de magnésio de 8 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e pH correspondente de 5,75, considerado alto, de acordo com Raij et al. (2001). Os demais tratamentos precisam receber quantidades variáveis de calcário e de nutrientes para atingir a saturação por bases (V%) adequada para a cultura; a saturação por bases apresentou a seguinte ordem: T5>T3>T6>T2>T1>T4, com diferença significativa do tratamento 5 em relação aos demais tratamentos. A deficiência de nutrientes, valores baixos de somatória de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e porcentagem de saturação por bases (V%), limitada disponibilidade de nutrientes e pH baixo são aspectos importantes que afetam, limitam ou comprometem a fertilidade do solo, o crescimento das plantas e conseqüentemente, a produtividade das culturas agrícolas.

THEODORO et al. (2003) trabalhando em um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) da região de Santo Antônio do Amparo (MG) sob agroecossistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional em relação ao um fragmento de mata nativa, com o cultivar Acaiaí obteve que as médias obtidas para a soma de bases (SB) dos tratamentos refletiram o comportamento das bases (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>) no solo, em resposta aos manejos adotados. O valor da SB da forma de manejo orgânica foi classificado como muito bom (>6,0 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), enquanto nas forma de manejo convencional e em conversão os valores obtidos foram classificados como bons (3,61 a 6, 0 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>). A maior SB detectada na forma de manejo orgânico, que apresenta conseqüentemente uma alta CTC está relacionada com o aumento do pH e dos teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>.

A capacidade de troca catiônica foi maior no tratamento 3 (manejo convencional), seguido pelos tratamentos 1 (manejo biodinâmico), 2 (manejo orgânico), 3

(sistema agroflorestal), com diferença estatística entre eles, provavelmente devido ao primeiro solo ser um Latossolo Vermelho, que permitiu uma maior retenção de nutrientes e bases.

TEIXEIRA (2008) comparando café Catuaí a pleno sol, café Catuaí sombreado e café Icatu sombreado, em Muzambinho – MG, com adubação mineral anual a base de 20-05-20 em três aplicações e adubação orgânica de 40 kg/cova de composto orgânico a cada quatro anos, obteve valores de 70,40; 96,70 e 83,10 mmol c/dm<sup>3</sup> no café Catuaí a pleno sol, no café Catuaí sombreado e no café Icatu sombreado, respectivamente. Conforme o autor, o índice de CTC para as lavouras sombreadas deve ser no mínimo de 80 mmol c/dm<sup>3</sup>.

O pH do solo do tratamento 5 (Sistema agroflorestal), com valor de 5,75, está quase na faixa adequada para a cultura de café, apresentando diferença estatística em relação aos outros tratamentos. O pH do solo dos demais tratamentos é baixo, na faixa de 4,4 a 5,0, fato que também prejudica a produtividade. Conforme diminuiu o pH dos tratamentos, diminuíram também os valores de SB, CTC e V%, assim como o teor de nutrientes (que podem ficar indisponíveis) mostrando a necessidade de correção da acidez do solo, para torná-lo mais apto ao cultivo de café. Conforme a acidez do solo, a correção pode ser feita com calcário, com aplicação de compostagem ou adubação verde.

TEIXEIRA (2008) reporta valores de pH de 5,23 para o café Catuaí a pleno sol, 5,65 para o café Catuaí sombreado e 5,67 para o Icatu sombreado. MOREIRA (2009) por sua vez, trabalhando em Machado, sul do Estado de Minas Gerais, em fazendas com distintos sistemas de produção, orgânico e convencional, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, adicionou no sistema orgânico 10 ton ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (equivalente a 200 kg de N, 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 200 kg de K<sub>2</sub>O e 600 kg de Ca) em 2005 e 10 ton ha<sup>-1</sup> de palha de café em 2006 (equivalente a 80 kg de N, 30 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 250 kg de K<sub>2</sub>O e 40 kg de Ca). As adubações das parcelas convencionais foram divididas em três aplicações de 475 kg de NPK ha<sup>-1</sup> (equivalente a 285 kg de N, 72 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 285 kg de K<sub>2</sub>O em 2005 e 2006 mais 1 ton ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. O autor obteve valores de pH de 5,4 para o café sombreado orgânico, 5,9 para o café a pleno sol orgânico, 4,0 para o café sombreado convencional e 4,1 para o café a pleno sol convencional, resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Conforme RAIJ et al. (1997) o pH do solo é médio para os tratamentos orgânicos e baixo para os tratamentos convencionais. THEODORO (2003) detectou acidez

média (5,4) no café convencional em relação ao valor de pH de 6,78 obtido para o café orgânico.

O teor de matéria orgânica é baixo em todos os tratamentos, com maior valor no tratamento 5 – sistema agroflorestal (T5) com  $13 \text{ g dm}^{-3}$  e menor no tratamento convencional 4 (T4), com diferença estatística entre os tratamentos. Este resultado pode ser devido ao uso de adubação verde consorciada com o café e à serapilheira produzida pelas diferentes árvores que compõem o sistema agroflorestal.

TEIXEIRA (2008) obteve valores de matéria orgânica de  $22,8 \text{ g dm}^{-3}$  para o café Catuaí a pleno sol,  $40,10 \text{ g dm}^{-3}$  para o café Catuaí sombreado e  $32,8 \text{ g dm}^{-3}$  para o café Icatu sombreado, informando que nas lavouras sombreadas o índice de matéria orgânica é 40% em média mais elevado que na lavoura conduzida a pleno sol e que o índice recomendado de matéria orgânica para as lavouras sombreadas é de 30 a  $50 \text{ g dm}^{-3}$ . Por sua vez, MOREIRA (2009) reporta valores de matéria orgânica de  $19 \text{ g dm}^{-3}$  para o café sombreado orgânico,  $17,5 \text{ g dm}^{-3}$  para o café a pleno sol orgânico,  $13,4 \text{ g dm}^{-3}$  para o café sombreado convencional e  $12,3 \text{ g dm}^{-3}$  para o café a pleno sol convencional, concentrações consideradas médias para os tratamentos orgânicos e baixas para os convencionais, conforme MATIELLO et al.(2002).

O teor de Fósforo (P) para o tratamento 5 é médio,  $18 \text{ mg dm}^{-3}$  (na faixa de  $13 \text{ a } 30 \text{ mg dm}^{-3}$ ), segundo Raij et al., 2001), havendo diferença significativa em relação aos outros tratamentos, que apresentaram teores baixos deste nutriente, na faixa de  $6 \text{ a } 12 \text{ mg dm}^{-3}$ . MOREIRA (2009) obteve concentrações deste nutriente de  $17 \text{ mg dm}^{-3}$  para o café sombreado orgânico,  $15,6 \text{ mg dm}^{-3}$  para o café a pleno sol orgânico,  $14,8 \text{ mg dm}^{-3}$  para o café sombreado convencional e  $14,1 \text{ mg dm}^{-3}$  para o café a pleno sol convencional, consideradas médias para RAIJ et al. (1997) e confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

Os teores de potássio dos tratamentos 3 e 5 estão na faixa adequada para culturas perenes ( $1,6\text{-} 3,0 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ), com diferença estatística em relação aos outros tratamentos, enquanto que o menor valor foi apresentado pelo tratamento 1. As plantas de café são muito exigentes em potássio e nitrogênio (MOREIRA, 2009). Trata-se de uma das poucas culturas que apresentam demandas nutricionais similares destes elementos (MALAVOLTA et al., 1974; MATIELLO et al., 2002).

MOREIRA (2009) reportou teores de potássio para o café sombreado orgânico ( $2,9 \text{ mmol c dm}^{-3}$ ), para o café sombreado convencional ( $3,1 \text{ mmol c dm}^{-3}$ ) e para o café a pleno sol convencional ( $3,1 \text{ mmol c dm}^{-3}$ ), valores semelhantes aos obtidos nos tratamentos 3, 5 e 6 deste trabalho.

Em relação ao teor de cálcio (Ca), os tratamentos 3, 5 e 2 apresentaram teores altos, 16,50; 13,25 e 9,50  $\text{mmol c dm}^{-3}$ , respectivamente, sem diferença significativa entre eles. MOREIRA (2009) apresentou valores de 52,5 e 55,7  $\text{mmol c dm}^{-3}$ , para o café orgânico sombreado e a pleno sol, respectivamente. Para os cafés, convencionais sombreado e a pleno sol, os teores foram de 4,8 e 10,13  $\text{mmol c dm}^{-3}$ . Contudo, conforme RAIJ et al (2001), valores de cálcio acima de 7  $\text{mmol c dm}^{-3}$  são considerados altos. Os elevados valores obtidos no manejo orgânico por Moreira podem estar relacionados com a presença de sistemas agroflorestais, cafezais sombreados, manejo orgânico e adição de composto e outros materiais nesses tratamentos.

O teor de magnésio dos tratamentos 3 e 5 está dentro da faixa de valores médios. Estes tratamentos apresentaram diferença estatística em relação aos demais.

MOREIRA (2009) obteve que os teores de cálcio, magnésio e pH dos tratamentos convencionais estavam excessivamente baixos, conforme RAIJ et al. (1997), fato também observado nos tratamentos 1, 2, 4 e 6 deste trabalho, provavelmente devido à falta de calagem no período 2007-2008.

Considerando os teores de micronutrientes, todos os tratamentos precisariam adição de boro e o tratamento 3 precisaria um complemento de manganês. Os teores de zinco e cobre estão adequados ou altos, conforme RAIJ et al. (1997).

Apesar da grande importância dos micronutrientes na nutrição vegetal, apenas recentemente passaram a ser utilizados de modo mais rotineiro nas adubações em várias regiões e para as mais diversas condições de solo, clima e culturas no Brasil (LOPES, 1999).

**TABELA 1. Análise química de solo – café de Garça/SP. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.**

	pH	M.O.	P resina	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmolc dm <sup>-3</sup> -----						----- mg dm <sup>-3</sup> -----						
T1	4,42b	10,00ab	6,75cd	24,25ab	1,15b	6,75bc	4,00b	12,75bc	36,50bc	33,25c	0,24cd	0,95C	63,75b	15,97a	3,40a	
T2	4,57b	9,50ab	6,00d	24,00ab	1,27b	9,50abc	4,75b	15,25bc	39,50b	39,25bc	0,23d	1,15C	61,00b	18,15a	3,00a	
T3	4,70b	11,25ab	18,00a	32,75a	2,30a	16,50a	8,00a	27,50a	59,75a	46,50b	0,45a	7,32b	89,25	1,12c	2,02b	
T4	4,52b	8,25b	10,00bc	19,25bc	1,40b	5,00c	2,50b	9,00c	28,00d	32,00c	0,35ab	7,25b	44,75c	3,57b	1,82bc	
T5	5,75a	13,00a	13,00b	12,25c	2,35a	13,25ab	5,50ab	21,00ab	33,50bcd	63,50a	0,33bc	18,25a	17,50d	4,82b	3,45a	
T6	4,82b	9,25ab	9,25cd	17,50bc	1,70b	7,75bc	4,00b	13,50bc	30,75cd	42,75bc	0,29bcd	1,47c	68,75b	3,77b	1,22c	
F	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
DMS	0,70	3,98	3,35	9,89	0,59	7,04	3,15	9,91	6,06	11,88	0,31	3,65	14,12	2,28	0,77	
CV%	6,36	16,99	13,87	19,86	15,35	31,29	28,66	26,13	6,93	12,05	13,26	26,23	10,68	12,58	13,62	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

## 4.2 Análise foliar do café.

Os resultados da primeira análise foliar do café, realizada em janeiro de 2009, estão apresentados na Tabela 2 e os valores adequados de nutrientes nas folhas estão mostrados no Quadro 1. Em relação ao teor de nutrientes e de clorofila nas folhas de café na primeira avaliação, as plantas dos tratamentos 1 (biodinâmico), 5 (SAF) e 4 (convencional) apresentaram o maior valor na medição de clorofila (5,63; 5,60 e 5,39 mg 100cm<sup>-2</sup>). O teor de clorofila no tecido foliar dos tratamentos, em ordem decrescente, foi o seguinte: T1>T5>T4>T6>T3>T2 sem diferença significativa entre os quatro primeiros. O teor de nitrogênio nas folhas dos tratamentos 1, 4 e 5 foi de 25,50; 25,50 e 25,25 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente). A ordem decrescente deste elemento no tecido foliar foi: T1=T4>T5>T6>T3>T2, sem diferença significativa entre os três primeiros.

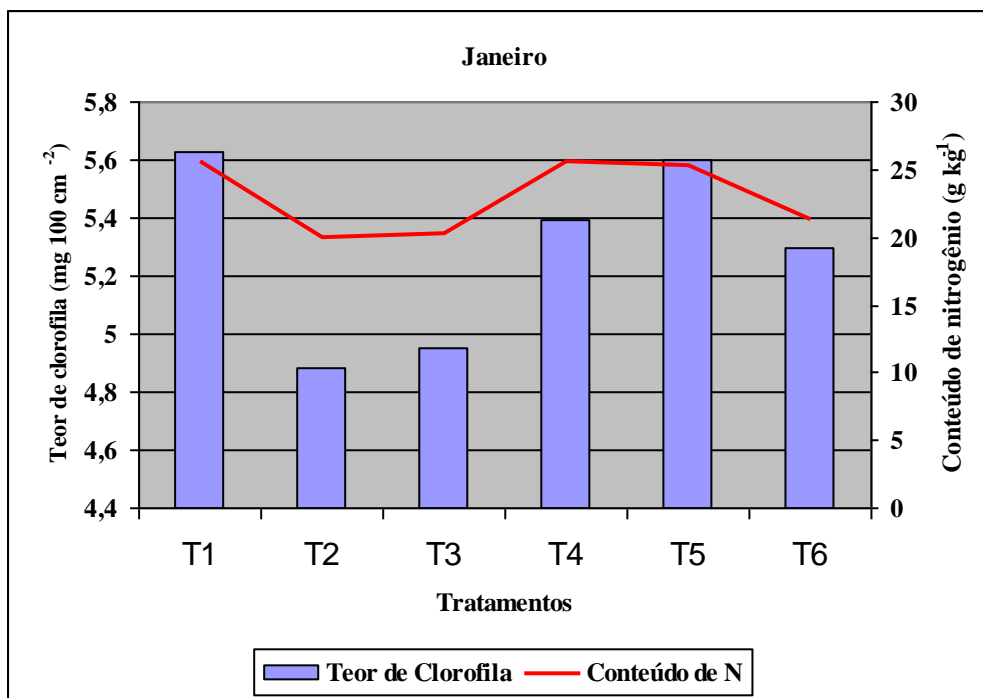
MALAVOLTA et al. (1997) relatam que o teor adequado de nitrogênio para tecidos foliares de cafeeiro varia de 29 a 32 g kg<sup>-1</sup>. REIS et al. (2006) relatam que o nitrogênio é o elemento mais utilizado pela cultura do café e seu manejo é extremamente importante devido às perdas especialmente em épocas chuvosas. Trabalhando em Argissolo Vermelho-Amarelo, na região de Sud Mennucci (SP), com diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio em café Catuaí vermelho com cinco anos de idade, obtiveram que a concentração de clorofila nas folhas correlacionou-se positivamente com o teor de nitrogênio nas folhas e a produção de grãos.

Os teores de nitrogênio e de clorofila nas folhas de cafeeiro encontradas por REIS et al. (2006) estavam de acordo com os valores informados por MALAVOLTA (1997) ilustrando a relação entre estes dois parâmetros (27 g kg<sup>-1</sup> e 4,82 mg 100 cm<sup>-2</sup>, respectivamente).

Conforme SCHADCHINA e DIMITRIEVA (1995) o teor de clorofila se relaciona com o teor de N nas plantas; PIEKIELEK e FOX (1992) observaram que o teor de clorofila também está relacionado com a produtividade das culturas.



Os resultados neste trabalho desta relação entre o teor de clorofila e o conteúdo de nitrogênio nas folhas do cafeeiro estão mostrados na Figura 10.



**FIGURA 10. Relação entre o conteúdo de N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e teor de clorofila nas folhas de cafeeiro. Janeiro de 2009.**

A medida que aumenta o teor de nitrogênio nas folhas, as leituras do clorofilômetro aumentam linearmente, conforme observado por CAIRES e ROSOLEM (1999). Para CHAPMAN e BARRETO (1997) este fato é devido à presença de enzimas associadas aos cloroplastos, entre elas a redutase de nitrato, que regula o metabolismo do nitrogênio nas plantas.

Em relação ao teor de nitrogênio (N) não houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 4 e 5, mas todos estavam abaixo da faixa de valores adequados de N, conforme Rajj et al. (1997). O teor de nitrogênio nos diferentes tratamentos seguiu a seguinte ordem:  $T1=T4>T5>T6>T3>T2$ . A observação visual também permitiu estabelecer comparação entre os tratamentos, já que as plantas e folhagem dos tratamentos 1, 4 e 5 tinham

um aspecto vistoso e coloração verde escuro. As plantas do tratamento 2 tinham aparência doentia, com folhagem de cor verde pálida até o amarelado.

MOREIRA (2009) não observou diferença nos teores de nitrogênio dos diferentes tratamentos estudados, orgânicos e convencionais, sombreados e a pleno sol.

Observando a relação entre conteúdo de nitrogênio e teor de clorofila nas folhas de diferentes espécies arbóreas, algumas delas usadas em consórcio com café, BERTALOT (1997) observou que *Acacia melanoxylon* apresentou o maior valor para clorofila entre as espécies estudadas aos 12 e 24 meses de idade, 5,84 e 5,29 mg 100 cm<sup>-2</sup>; os teores de nitrogênio foram de 17, 8 e 19,3 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Trabalhando com *Eucalyptus grandis*, GUERRINI e VILAS BOAS (1997) obtiveram um valor médio nas medições de clorofila de 3,34 mg.100cm<sup>-2</sup>, aos sete meses de idade. Segundo KANTETY et al. (1996) a concentração de clorofila nas folhas está bem correlacionada com a concentração de nitrogênio em algumas culturas como trigo, milho e arroz.

Houve diferença significativa no teor de fósforo (P) dos tratamentos 1, 3, 5 e 6, em relação aos demais tratamentos, embora todos estivessem dentro da faixa de valores adequados para a cultura (RAIJ, 1997). A ordem dos teores do nutriente foi a seguinte: T5=T6>T3>T1>T2>T4. MOREIRA (2009) relatou maiores teores de fósforo nos tratamentos orgânicos.

Os teores de potássio nas folhas de todos os tratamentos estão dentro da faixa de valores adequados para a cultura (RAIJ, 1997). MOREIRA (2009) obteve valores semelhantes aos obtidos neste trabalho em todos os tratamentos estudados. Os teores de cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês, zinco estão dentro das faixas apropriadas para a maior parte dos tratamentos, a exceção do cobre no tratamento 5 que estão altos, provavelmente devido à aplicação de calda bordalesa em 2008. O enxofre está elevado em todos os tratamentos.

MOREIRA (2009) observou que no sistema orgânico as folhas dos cafeeiros do tratamento sombreado possuíam concentrações superiores de potássio, cálcio e zinco em relação ao tratamento a pleno sol.

**TABELA 2. Concentração de nutrientes e teor de clorofila em folhas de café, em função dos tratamentos. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.**

Concentração de nutrientes												
	Clorofila g 100cm <sup>-2</sup>	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	5,63a	25,50a	1,47ab	18,50c	10,75bc	3,40b	2,42c	56,25ab	16,00cd	83,50b	451,00a	10,00b
T2	4,88b	19,99b	1,35b	22,00b	10,25 c	3,45b	2,45c	51,25bc	18,25bc	88,75ab	404,25b	9,25b
T3	4,95b	20,25b	1,57a	23,25ab	10,00c	4,82a	2,50c	47,75c	14,00cd	98,75ab	46,25e	8,25b
T4	5,39a	25,50a	1,32b	25,75a	12,00b	3,50b	2,72bc	45,25c	12,00d	103,50a	356,25c	48,00a
T5	5,60a	25,25a	1,60a	24,00ab	16,50a	4,92a	2,90ab	59,25a	30,50a	93,75ab	76,25de	16,00b
T6	5,30a	21,25b	1,60a	25,50a	10,25c	3,80b	3,17a	49,00bc	23,25b	82,50b	103,75d	16,00b
F	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
DMS	0,29	2,93	0,19	2,77	1,54	0,64	0,38	7,38	5,16	18,01	42,80	8,20
CV %	2,50	5,30	5,70	5,21	5,79	6,99	6,27	6,24	11,81	8,53	7,77	19,92

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

O Quadro 1 apresenta os teores adequados de nutrientes nas folhas de café e permite comparar com os resultados de análises foliares dos tratamentos estudados, mostrados na Tabela 2.

**QUADRO 1. Faixa de teores adequados de nutrientes na matéria seca das folhas de café.**

<b>Macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>)</b>						
<b>Cultura</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
<b>Café</b>	<b>26-32</b>	<b>1,2 – 2,0</b>	<b>18-25</b>	<b>10-15</b>	<b>3,0-5,0</b>	<b>1,5-2,0</b>
<b>Micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup>)</b>						
	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Zn</b>
<b>Café</b>	<b>50-80</b>	<b>10-20</b>	<b>50-200</b>	<b>50-200</b>	<b>0,10-0,20</b>	<b>10-20</b>

Fonte: Raij et al., 1997.

Os resultados das análises químicas de solo (Tabela 1) e foliares (Tabela 2) nos permitem conhecer o estado nutricional do solo e das plantas dos tratamentos.

Em relação à adubação mineral para produção do café, Raij et al. (1997) recomendam aplicar adubos minerais a partir do 3º ano agrícola, em função do teor de nitrogênio nas folhas, dos teores de fósforo (P), potássio (K), boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn), revelados pela análise de solo e pela produtividade esperada.

Conforme Rios (2003) para o máximo desenvolvimento e produtividade é necessária disponibilidade constante e equilibrada dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B e Cu, para atender as exigências da planta, nas diferentes fases da lavoura.

A adubação química é a forma mais eficiente e rápida no suprimento dos nutrientes ao cafeeiro. Deve ser aplicada na época correta, com o parcelamento correto e aplicação bem localizada. A adubação orgânica, associada à química, com os nutrientes de forma equilibrada, é altamente benéfica, promovendo a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Para a adoção da adubação orgânica, devem-se levar em conta a disponibilidade, a fonte, o custo de aplicação e a melhoria do solo em benefício do cafeeiro. Fisicamente, a matéria orgânica auxilia na granulação, reduz a plasticidade e a coesão, bem como aumenta a capacidade de retenção de água dos solos.

Quimicamente, a matéria orgânica possui a capacidade de troca de cátions (Ca, Mg, K, etc.) elevada (100-300 meq 100g<sup>-1</sup>), além de condicionar a formação de complexo orgânico; promover o aumento da CTC (capacidade de troca catiônica) do solo; assimilar o fósforo mesmo na presença de Al, Fe e Mn. Aumenta os nutrientes em geral disponíveis de forma lenta e gradual, bem como N, P e S mantidos de forma orgânica e micronutrientes (Zn, B, Cu) quelatizados; melhora o aproveitamento dos adubos químicos, evita a salinidade e controla a acidez do solo.

Biologicamente, a matéria orgânica é a fonte dos componentes necessários à energia e ao crescimento das atividades dos microorganismos do solo, que por sua vez promovem a mineralização do N, P, S, etc., além do controle de certos parasitas do solo, como os nematóides.

Na safra do ano de 2007-2008 a Fazenda Gávea teve a produção de 40 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare de café convencional. Os demais produtores de café, orgânico, biodinâmico e agroflorestal, tiveram produção em torno de 20 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare. Contudo, a produção média nacional em 2006 foi de 19,75 sacas; em 2007 foi de 14,46 sacas por hectare. A média bianual brasileira de 2006-2007 foi de 17,1 sacas por hectare e a da safra 2007-2008 foi de 18 sacas por hectare (CONAB, 2008). MOREIRA (2009) obteve na safra 2005-2006 uma produção média de 33,4 sacas por hectare no café sombreado orgânico; 27,9 sacas no café a pleno sol orgânico, 29,2 sacas no café sombreado convencional e 30,8 sacas no café a pleno sol convencional.

### **4.3 Análise biológica do solo.**

Os resultados da primeira análise biológica do solo estão mostrados na Tabela 3. A somatória de produção de CO<sub>2</sub> apresentou a seguinte ordem decrescente T2>T5>T6>T1>T4>T3, sem diferença significativa entre os cinco primeiros tratamentos (2, 5, 6, 1 e 4), mas com diferença significativa em relação ao tratamento 3, provavelmente devido ao manejo realizado nessas áreas, cobertura do solo e conservação da biomassa. O tratamento 4, apesar do uso de herbicidas seletivos nas ruas, ainda apresentou valores semelhantes.

Em relação aos valores da análise de carbono da biomassa microbiana, houve diferença significativa dos tratamentos 1, 6, 2, 4 e 5, em relação ao tratamento 3. Os tratamentos orgânico (T2) e biodinâmicos (T1 e T6), devido ao manejo da matéria orgânica e uso de adubação verde nas entrelinhas de café, favorecem a atividade biológica do solo. O tratamento com manejo agroflorestal, também com muita presença de material orgânico no seu manejo e devido à presença das árvores e arbustos consorciados com o café, mantém um ambiente adequado para o desenvolvimento e manutenção da vida do solo. O tratamento 5, que é convencional, mantém cobertura de braquiária nas entrelinhas de café. Esta cobertura é roçada periodicamente e, este material vegetal também contribui para a melhora das condições do solo e suas propriedades biológicas.

**TABELA 3. Análise biológica de solo. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.**

	<b>Somatória de produção diária de CO<sub>2</sub> em mg g<sup>-1</sup> resíduo seco</b>	<b>Análise de carbono da biomassa microbiana em mg C g de solo<sup>-1</sup></b>
T1	5,0425 a	0,2300a
T2	5,0200a	0,2200ab
T3	3,8725 b	0,2025b
T4	5,0200a	0,2175ab
T5	5,0275a	0,2150ab
T6	5,0550 a	0,2225a
F	**	*
DMS	0,43	0,0198
CV %	3,91	3,95

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

Catelan e Vidor (1990) relatam que sistemas com culturas anuais apresentaram flutuações de biomassa microbiana ao longo do tempo de implantação da cultura, com estímulos da biomassa em épocas de maior disponibilidade hídrica e temperaturas amenas. Bertalot (2003), trabalhando com milho em rotação com aveia preta em sistema agroflorestal em aléias de *Leucaena diversifolia* e em sistema tradicional não observou diferença na análise biológica do solo, provavelmente devido a que essas amostragens foram realizadas no final do ciclo da cultura do milho, após a colheita. O autor recomenda fazer análises biológicas em diferentes épocas de crescimento das culturas para acompanhar o comportamento da vida do solo. Neste trabalho foram realizadas duas análises biológicas de solo, uma no começo do acompanhamento das áreas em estudo e outro durante a época de colheita do café.

#### **4.4 Análises Físicas de solo.**

##### **4.4.1 Textura do solo.**

A textura é uma das características mais estáveis do solo, sendo, por isso, de grande importância agrícola. A textura refere-se à proporção relativa das frações areia, silte e argila, que compõem a massa do solo. Solos com diferentes proporções de areia, silte e argila resultam em diferentes classes texturais (ZAMBOLIN, 2003; RESENDE et. al, 2007, BERTONI, 1990).

Para simplificar as análises, principalmente quanto às práticas de manejo, os solos são agrupados em três classes de textura:

1) Solos de Textura Arenosa (Solos Leves) - Possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%; são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica; 2) solos de Textura Média (Solos Médios) - solos que apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila; 3) solos de Textura Argilosa (Solos Pesados) - solos com teores de argila superiores a 35%. Possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água, maior força de coesão entre as partículas ([www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br)).

Os resultados da análise granulométrica do solo das áreas experimentais estão mostrados na Tabela 4.

**TABELA 4. Análise física do solo, granulometria do solo dos tratamentos.**

	Análise granulométrica			Textura do solo
	Teor de areia g kg <sup>-1</sup>	Teor de silte g kg <sup>-1</sup>	Teor de argila g kg <sup>-1</sup>	
T1	860,00c	79,75b	60,25f	T1 - Arenosa
T2	842,75d	91,00a	66,25e	T2 - Arenosa
T3	726,75f	76,00c	197,25a	T3 - Média
T4	885,00a	26,50e	88,50c	T4 - Arenosa
T5	839,50e	55,00d	105,50b	T5 - Arenosa
T6	868,00b	57,25d	74,75d	T6 - Arenosa
F	**	**	**	
DMS	2,69	2,35	1,95	
CV%	0,14	1,59	0,86	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).  
NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

Os solos dos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6 são classificados como Argissolos Vermelo- Amarelos, textura arenosa. O teor de areia é elevado, mas existe diferença entre eles dependendo dos teores de silte e argila. Os solos dos tratamentos 1 e 2 possuem maiores teores de silte e menores teores de argila, sendo solos sem coesão, dificilmente formam torrão. Já os solos dos tratamentos 3, 4, e 5 devido a um maior teor de argila apresentam características diferentes, são solos mais firmes, mantém a forma, não desboroa tão facilmente quanto os dois primeiros solos. Estas características também são importantes para o manejo das diferentes áreas. O solo do tratamento 3 é um Latossolo, de textura média, forma torrão, é mais difícil de trabalhar estando seco e gruda na ferramenta ao



estar úmido. Por suas características tem uma maior capacidade de retenção de nutrientes que os solos de textura arenosa, fato observado na sua maior CTC em relação aos outros tratamentos.

#### 4.4.2 Densidade do solo.

A densidade de partícula ou real ( $D_r$ ) é a relação existente entre a massa de uma amostra de solo (TFSE) e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas, sem considerar o volume da porosidade, ou seja, dos macro e microporos. Nos solos seu valor varia entre 2,30 e 2,90  $\text{g.cm}^{-3}$ . Seu valor médio, para efeito de cálculos, é de 2,65  $\text{g.cm}^{-3}$  (KIEHL, 1979), isto porque os constituintes minerais predominantes nos solos são o quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de 2,65  $\text{g.cm}^{-3}$ . Foi calculado um valor médio de 2,84 em Latossolos Roxos, de 2,70 em Terra Roxa e de 1,89  $\text{g.cm}^{-3}$  em solos Orgânicos.

A densidade de solo ou aparente ( $D_a$ ) considera a estruturação do solo, determinando-se o volume das partículas e porosidade como elas estão no campo, incluindo o volume dos poros. Conforme COSTA et al. (2003), a densidade de solo é a relação entre a massa do solo seco e o volume total. Ela expressa a relação massa/volume do solo. A densidade aparente, em geral, aumenta com a profundidade do perfil devido às pressões exercidas pelas camadas superiores provocando a compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação de material fino dos horizontes superiores (eluviação) também contribui para a redução dos espaços porosos aumentando a densidade aparente dessas camadas.

Para a maioria dos solos arenosos, não há muitas possibilidades de arranjo das partículas e, por isso, os níveis de compactação também não são altos, e por isso as densidades dos solos arenosos variam entre 1,4 e 1,8  $\text{g cm}^{-3}$ . Para os solos de textura fina, mais argilosos, as possibilidades de arranjos de partículas são bem maiores e o intervalo da densidade do solo vai de 0,9 a 1,6  $\text{g cm}^{-3}$  (REICHARDT, 1996).

A densidade de solo pode expressar o grau de impedimento mecânico que restringe ou inibe o crescimento das raízes (COSTA et al., 2003). Para o mesmo solo, quanto mais elevada for a densidade, maior será a sua compactação, menor sua porosidade

total e, conseqüentemente, maiores serão as restrições ao desenvolvimento das plantas e ao preparo do solo. Isso, mantendo-se a textura constante, já que os solos arenosos apresentam densidade maior que os solos argilosos.

Segundo RAIJ (1983), geralmente ocorre uma variação de menos de  $0,5 \text{ kg.dm}^{-3}$  para solos orgânicos, até valores próximos a  $2 \text{ kg.dm}^{-3}$  para solos arenosos compactados. Os valores mais comuns de densidade do solo estão entre  $1,0$  e  $1,4 \text{ kg dm}^{-3}$  para solos minerais (RAIJ 1983) e segundo PRIMAVESI (1981), a densidade do solo ideal deveria estar abaixo de  $1,20 \text{ kg dm}^{-3}$ . Os resultados da densidade do solo dos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 5.

**TABELA 5. Densidade do solo e densidade de partículas ( $\text{g cm}^{-3}$ ). Primeira avaliação. Janeiro de 2009.**

	Estrutura do solo	Densidade de solo ou densidade aparente (Da)	Densidade de partícula ou densidade real (Dr)
		$\text{g cm}^{-3}$	
T1	Fraca -solta	1,58	2,5425bc
T2	Fraca -solta	1,64	2,5475bc
T3	Média	1,55	2,5175c
T4	Fraca -solta	1,70	2,5425bc
T5	Fraca -solta	1,65	2,5850a
T6	Fraca -solta	1,59	2,5625ab
F		NS	**
DMS		0,15	0,0334
CV %		6,45	0,57

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo

A densidade do solo ou aparente (Da) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A densidade de partícula ou real (Dr) apresentou a seguinte ordem:  $T5>T6>T2>T1>T4>T3$ , com diferença estatística dos tratamentos 5 e 6 em relação aos

demais. Estes valores estão de acordo com os encontrados na literatura (KIEHL, 1979; COSTA et al., 2003; REICHARDT, 1996; RAIJ, 1983, PRIMAVERSI, 1981).

#### **4.4.3 Estrutura do solo.**

A estrutura do solo refere-se à agregação das partículas primárias (areia, silte e argila) em unidades compostas denominadas agregados. A estrutura do solo consiste na disposição geométrica das partículas dentro de um agregado mantido por agentes cimentantes.

O ferro, a sílica e a matéria orgânica são os principais agentes cimentantes. A textura e a estrutura do solo influenciam na quantidade de ar e de água que as plantas em crescimento podem obter.

Conforme MOREIRA (2009) e CAMARGO e SANTOS (1999), a principal característica física do solo afetada pela matéria orgânica é a agregação. A matéria orgânica influi também na densidade, porosidade, areação, capacidade de retenção de umidade e infiltração de água.

Foi observado que a estrutura do solo dos tratamentos é fraca, com exceção do tratamento 3, cujo solo possui estrutura média. Trata-se de solos, com elevado teor de areia, soltos, desagregados, com baixa retenção de umidade e nutrientes (Tabela 5).

#### 4.4.4 Estabilidade de agregados.

Conforme Wohlenberg et al. (2004), espécies de cobertura, aliadas à práticas de manejo e conservação, recuperam ou mantêm características físicas do solo, como a agregação. Os autores observaram ao longo do tempo, a influência de sistemas de culturas, de cobertura do solo e do teor de matéria orgânica sobre a agregação de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico em seu estado natural e sob rotação e sucessão de culturas, na área experimental do Departamento de Solos da UFSM, em Santa Maria (RS). Eles concluíram que a maior estabilidade estrutural ocorreu no solo sob campo natural e a menor em solo descoberto, em virtude do intenso preparo do solo e da redução do teor de matéria orgânica, aumentando os agregados de menor tamanho. Existe uma ação direta das culturas na formação e estabilização dos agregados, sendo a estabilidade e a distribuição do tamanho de agregados maiores em sistemas de cultivo que aportam material orgânico e cobrem o solo durante todo o ano. As seqüências de culturas influem diferenciadamente na agregação do solo, dependendo da época do ano e tempo de estabelecimento dos sistemas de culturas.

Na Tabela 6 é apresentada a estabilidade de agregados (peneiramento a seco) em função dos diferentes tratamentos. A distribuição de agregados de maior tamanho predominou nos tratamentos 3, 4, 5 e 6. Todos os tratamentos mantêm cobertura do solo, mas o tratamento 3 contém maior teor de argila, seguido pelos tratamentos 5, 4 e 6, que apesar de ter textura arenosa e estrutura fraca, tem maior conteúdo de argila e menor teor de silte, que os tratamentos 1 e 2, fato que pode ter influenciado no tamanho dos agregados. Os tratamentos 1 e 2 sofreram historicamente os maiores processos de erosão, conforme descrito no item 3.1 (Diagnóstico inicial).

**TABELA 6. Valores de percentagem da distribuição de agregados, por classe de tamanho, na profundidade de 0-20 cm, em função dos diferentes tratamentos.**

Trt	Tamanho de agregados (%)						
	----- mm -----						
	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	< 0,05
T1	17,25e	12,00d	10,50a	23,50b	17,00a	7,25a	12,75a
T2	17,25e	15,00c	8,75b	26,75a	15,75ab	24,75b	12,00a
T3	61,25a	15,00c	6,50c	9,75c	5,50d	1,00c	2,00c
T4	49,50b	22,50a	7,75bc	12,00c	6,50d	1,00c	2,00c
T5	30,25d	20,25b	11,00a	22,25b	11,00c	2,00c T3	2,50c
T6	35,00c	22,00ab	3,25d	12,75c	15,00b	3,75b	6,75b
F	**	**	**	**	**	**	**
DMS	2,94	1,99	1,65	3,04	1,87	1,15	2,07
CV%	3,64	4,88	9,06	7,43	6,91	15,27	14,22

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo

#### 4.4.5 Porosidade do Solo.

A porosidade do solo é constituída pelo espaço poroso, após o arranjo dos componentes da parte sólida do solo e que, em condições naturais, é ocupada por água e ar. A porosidade do solo é afetada pelo nível de compactação: quanto maior a densidade do solo, menor a porosidade total. Conforme Costa et al. (2003), a porosidade total do solo é igual a “1 – densidade do solo/densidade de partícula”. A porosidade total é dividida em macro e microporos. A água retida em capilares maiores (macroporos) tende a deixar o solo rapidamente sob drenagem livre, enquanto aquela água retida nos capilares menores permanece em equilíbrio com as forças de adsorção e capilaridade.

As areias retêm pouca água, porque seu grande espaço poroso permite a drenagem livre da água dos solos. As argilas absorvem relativamente, grandes quantidades de água e seus menores espaços porosos a retêm contra as forças de gravidade. Apesar dos solos argilosos possuírem maior capacidade de retenção de água que os solos arenosos, esta umidade não está totalmente disponível para as plantas em crescimento. Os solos argilosos (e aqueles com alto teor de matéria orgânica) retêm mais fortemente a água que os solos arenosos. Isto significa mais água não disponível. No caso da porosidade total, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os maiores valores foram encontrados nos tratamentos 3, 2 e 1, comportamento observado também na macroporosidade. Na microporosidade houve diferença significativa do tratamento 3, em relação aos outros tratamentos (Tabela 7). O solo deste tratamento possui textura e estrutura médias. A ordem dos tratamentos foi a seguinte  $T3 > T1 > T2 > T6 > T5 > T4$ .

Em um solo com distribuição adequada da porosidade, 1/3 do volume deve corresponder aos macroporos e 2/3 aos microporos (Zambolim, 2003; Resende et. Al, 2007). Nos solos estudados, devido a suas características, 2/3 do volume total são representados por macroporos e 1/3 por microporos, valores inversos aos apresentados nos solos ideais.

**TABELA 7. Porosidade total, macro e microporosidade do solo, na profundidade de 0 -20 cm, em função dos tratamentos. Primeira avaliação. Janeiro de 2009.**

	Porosidade total (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Macroporosidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Microporosidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
T1	0,3760a	0,2740a	0,1023b
T2	0,3740a	0,2725a	0,1019b
T3	0,3840a	0,2710a	0,1129a
T4	0,3320c	0,2300c	0,1029b
T5	0,3610b	0,2600b	0,1015b
T6	0,3600b	0,2615b	0,0098b
F	**	**	**
DMS	0,015	0,013	0,010
CV %	10,25	12,76	9,17

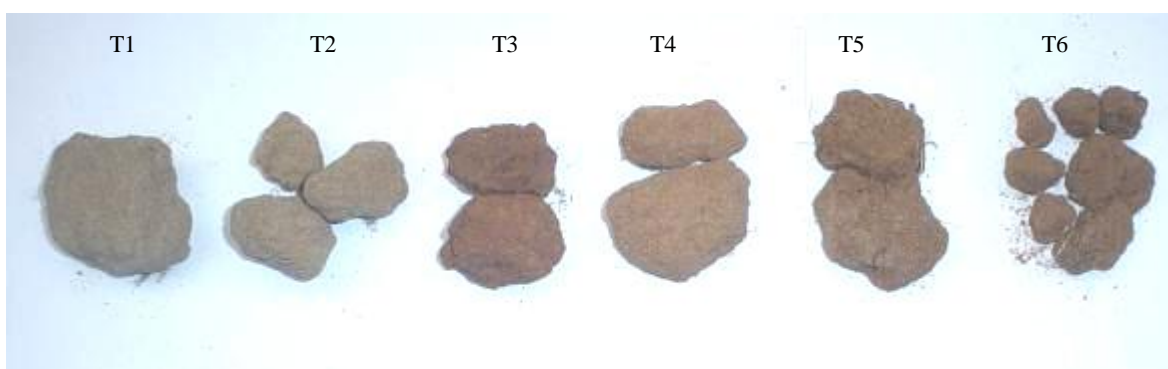
Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo

#### 4.4.6 Cor do solo.

A variação de cor do solo irá depender do material de origem, como também de sua posição na paisagem, conteúdo de matéria orgânica, e mineralogia, dentre outros fatores. Por exemplo, quanto maior a quantidade de matéria orgânica, mais escura é a cor do solo, o que pode indicar fertilidade ou apenas condições desfavoráveis à decomposição da mesma. As cores com tonalidades avermelhadas ou amareladas estão associadas aos diferentes tipos de óxidos de ferro existentes no solo. Quando a quantidade destes óxidos é grande, os solos apresentam-se vermelhos, como por exemplo, a terra roxa. Já os solos com elevada quantidade de quartzo na fração mineral apresentam coloração clara. Em solos com baixa capacidade de drenagem, isto é, com excesso de água, a cor é acinzentada. Isto, porque os óxidos de ferro são lavados para o lençol freático, o que torna o solo mais claro. A cor branca a acinzentada é consequência da presença de minerais silicatados existentes na fração argila do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990; Resende et al., 2007; Prado, 1995; <educar.sc.usp.br/ciências/recursos/solo.html>).

Os solos da região onde estão localizados os tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6 são classificados como Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelhos (antigos Podzólicos) e o solo do tratamento 3 é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Os solos particulares de cada tratamento têm sofrido diferentes processos de intemperismo e erosão ao longo do tempo que tem modificado sua cor, sua textura, estrutura e outras propriedades físicas, químicas e biológicas. O solo dos diferentes tratamentos estão mostrados nas Figuras 11 e 12.



**FIGURA 11. Cor do solo seco em função dos tratamentos e da origem do solo.**



**FIGURA 12. Cor do solo úmido em função dos tratamentos e da origem do solo.**



#### 4.5 Manejo e Colheita.

O sistema de manejo orgânico e biodinâmico, a forma de colheita e o tratamento pós-colheita do grão fazem destes cafés, orgânicos e biodinâmicos, um produto de alta qualidade e produzido sem adição de agroquímicos. O café convencional da Fazenda Gávea, ainda que não seja orgânico, também é um produto convencional de alta qualidade devido ao manejo no campo, na colheita, e à seleção do grão no beneficiamento.

Nas Figuras de 13 a 16 são mostradas as diferentes formas de manejo das áreas em estudo.



**FIGURA 13. Chácara Paraíso (tratamento 1) – manejo do café.  
Março de 2009.**



**FIGURA 14. Fazenda Gávea (tratamento 4) – roçada entre as linhas de café. Março de 2009.**



**FIGURA 15. Manejo agroflorestal do Sítio São José (tratamento 5).  
Março de 2009.**



**FIGURA 16 . Sítio Arco-íris (tratamento 6) roçada alternada entre as linhas de café. Março de 2009.**

Conforme Rios (2003), café de qualidade é aquele que possui propriedades organolépticas desejáveis. O café cereja da espécie *Coffea arábica* é a matéria prima para a obtenção de café de fina qualidade. O café é um produto agrícola que requer um cuidado especial em seu preparo, a fim de preservar sua qualidade, da colheita ao beneficiamento. A maioria dos cafeicultores prepara o café por via seca, obtendo o café de terreiro, cuja qualidade pode ser afetada por diferentes fatores, como zonas ecológicas de produção, condições climáticas, condições de preparo, beneficiamento, etc. Os cafés despulpados, por outro lado, quando bem preparados, apresentam, bebida suave, seja qual for a região de produção.

Nas Figuras de 17 a 20 é mostrado a forma de colheita nas áreas em estudo. Nas Chácaras Paraíso 1 e 2, no sítio Arco-íris, no sítio São José a colheita é manual e seletiva, colhendo o café maduro. Na Fazenda Gávea, a colheita é mecânica, com repasse manual. Depois de colhido, um equipamento separa o café maduro do café verde; o café é secado inicialmente em terreiro e conforme as necessidades ou condições climáticas é levado para secadora. Após seco, o café é classificado e armazenado nas tulhas, ou beneficiado, dependendo da finalidade.



**FIGURA 17. Colheita manual de café maduro na Chácara Paraíso 1, (tratamento 1). Agosto de 2009.**



**FIGURA 18. Colheita manual de café maduro no Sítio São José, (tratamento 5). Agosto de 2009.**



**FIGURA 19. Colheita manual no Sítio Arco – íris (tratamento 6).  
Agosto de 2009.**



**FIGURA 20. Colheita de café na Fazenda Gávea (tratamento 4).  
Agosto de 2009.**

Um problema que os produtores orgânicos e biodinâmicos vêm enfrentando é que devido à pequena produção e limitação de alternativas para comercialização, este café tem sido comercializado como convencional, a um preço mais baixo.

As seguintes operações são importantes na secagem de café em terreiro:

1. Esparramação: o café nos primeiros dias deve ser esparramando em camadas finas, e revolvido várias vezes ao dia;
2. Enleiramento: quando o café já perdeu a umidade superficial e estiver no ponto de murchamento (30 a 35% de umidade), poderá ser enleirado à tarde;
3. Amontoamento: na fase final de secagem o café deverá ser amontoadado, ainda quente, e coberto com lonas, à tarde, para facilitar a troca de umidade e a homogeneização.

No ponto final de secagem, a umidade do café deve estar entre 11 e 13%. Nas Figuras de 21 a 24 é mostrado a forma de secagem do café nas diferentes propriedades.



**FIGURA 21. Secagem de café na Chácara Paraíso (tratamento 1).  
Setembro de 2009.**

O proprietário do Sítio Arco-íris, Sr. Wanderlei de Oliveira, adquiriu uma pequena máquina de beneficiamento e construiu instalações adequadas no terreno de sua casa na cidade de Garça, para beneficiar seu café e comercializá-lo em pequenos volumes, e assim escoar seu produto a um preço acessível, no mercado local, mas ainda não conseguiu instalar o equipamento.



**FIGURA 22. Secagem de café no Sítio Arco-íris (tratamento 6).  
Setembro de 2009.**



**FIGURA 23. Demonstração de equipamento de lavagem de café no sítio Arco-íris.**



**FIGURA 24. Secagem de café na Fazenda Gávea (tratamento 4).  
Setembro de 2009.**



O grupo de cafeicultores orgânicos está convencido dos benefícios ambientais, sociais, de saúde e também da possibilidade de retorno econômico que o sistema orgânico/biodinâmico de produção acarreta e está procurando alternativas práticas e viáveis para comercializar diretamente seu café diferenciado. Uma alternativa seria o beneficiamento, empacotamento e distribuição na região de Garça, Marília, Bauru, Assis, e em outras cidades da região ou até mais distantes. Para isso, eles consideram que o grupo deveria se manter coeso e recuperar a confiança dos outros produtores, mostrando que é possível esse tipo de comercialização, com a manutenção de um preço acessível do café, proporcionando retorno e lucro aos produtores.

Devido à falta de incentivos, viabilidade de comercialização e retorno econômico, os produtores orgânico-biodinâmicos descuidaram-se do manejo de suas propriedades, principalmente na questão do cuidado da terra e da manutenção da fertilidade o que ocasionou a diminuição da produção nos últimos anos. A partir da proposição e realização desta pesquisa, da iniciativa do grupo de reorganizar-se e da alternativa de procurar formas alternativas de comercialização de seu café, os produtores estão retomando o manejo e recuperando a saúde de seus cafezais, com vistas a uma produção futura estável e sustentável. Os produtores percebem que a base da produção de café, por ser uma cultura perene, está no cuidado do solo, da planta e do ambiente ao redor, através de um trabalho prolongado e contínuo, e não mediante soluções imediatas.

#### 4.6 Análises químicas de solo – segunda avaliação. Agosto de 2009.

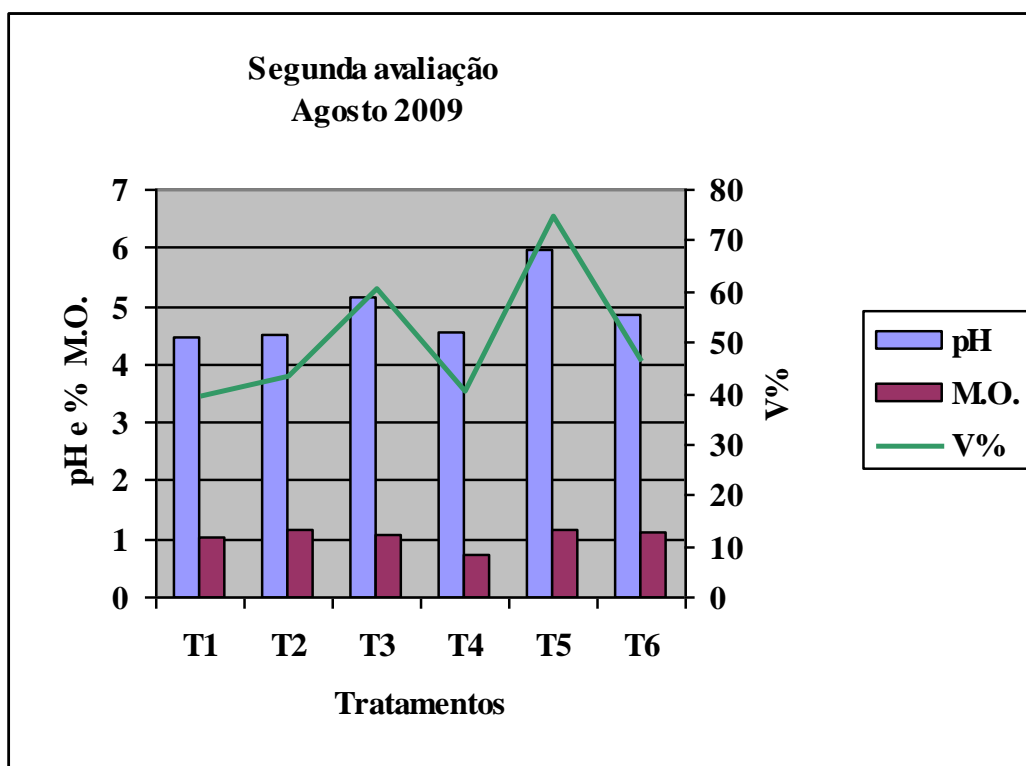
Os resultados da segunda avaliação das propriedades químicas do solo estão mostrados na Tabela 8. Foi observado que o valor da saturação por bases (V%) aumentou em relação à primeira avaliação. Os tratamentos 3 e 5 não precisam de aplicação de corretivo de solo, devido a ter a saturação por bases acima de 50%, considerado adequado por RAIJ et al. (1997), com valores de 60,15 e 74,67%, respectivamente. Os tratamentos 1, 2, e 4 tiveram os menores valores de saturação por bases (39,27; 43,04 e 40,22 %). Estas mudanças na saturação por bases podem estar relacionadas também com elevação do valor de pH do solo nos tratamentos mencionados (Figura 25).

Os teores de fósforo foram maiores nos tratamentos 4, 5, 3 e 6, sem diferença estatística entre os dois primeiros. Foi observada presença de alumínio em todos os tratamentos com os menores valores nos tratamentos 5 e 3 (0,5 e 1,0 mmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente), que também apresentaram os maiores valores de pH (5,97 e 5,17). O teor de H+Al também foi o menor nestes dois últimos tratamentos. Estes dois tratamentos receberam aplicação de nitrocálcio (20% de N e 8% de cálcio) e calcário (200 gramas por metro linear). O cálcio estava alto nestes dois tratamentos (22,50 e 16,75 mmolc dm<sup>-3</sup>), respectivamente. O teor de magnésio também foi maior nestes tratamentos, dentro da faixa adequada deste nutriente. Em relação aos micronutrientes, o boro apresentou-se baixo em todos os tratamentos, com exceção do tratamento 4, que apresentou valor médio. Este resultado pode ser devido à aplicação de micronutrientes via foliar realizada ao longo do ano. O cobre apresentou valores altos nos tratamentos 5, 3 e 4, com valores de 9,45; 6,25 e 5,85 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, como consequência da aplicação de fungicidas no final de 2008 para controle de doenças no caso do tratamento 5 e de adubação foliar nos tratamentos 3 e 4. Contudo, o teor de cobre no tratamento 5 diminuiu em relação à primeira avaliação realizada em janeiro de 2009, quando apresentou teor de 18,25 mg dm<sup>-3</sup>. O ferro também apresentou valores altos em todos os tratamentos com diferença significativa entre eles, com o menor valor no tratamento 5. O manganês estava médio em todos os tratamentos e o zinco apresentou valores adequados com exceção do tratamento T6, que teve um valor baixo a médio.

**TABELA 8. Análise química de solo – café de Garça/SP. Agosto de 2009.**

	ph	M.O.	P resina	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmolc dm <sup>-3</sup> -----						----- mg dm <sup>-3</sup> -----						
<b>T1</b>	4,47c	10,25a	10,00c	3,50a	28,25a	1,25c	7,75d	4,50cd	13,50d	41,75ab	39,27d	0,12	0,92c	94,25a	21,42a	3,22a
<b>T2</b>	4,50c	11,50a	6,00d	2,75ab	25,75ab	2,00b	10,25bcd	7,25abc	19,50c	45,25ab	43,04c	0,15cd	0,87c	77,00b	19,15a	2,97a
<b>T3</b>	5,17ab	10,75a	14,00	1,00c	14,50d	2,90a	16,75b	10,00a	29,65b	44,15bc	60,15b	0,18bc	6,25b	90,00a	1,90c	1,95b
<b>T4</b>	4,55c	7,25b	19,75a	1,75bc	22,00c	11,72b	9,00cd	3,75d	14,47d	35,97c	40,22c	0,30a	5,85b	50,00d	4,22bc	1,67bc
<b>T5</b>	5,97a	11,50a	17,50a	0,50c	11,75d	3,22a	22,50a	9,00ab	34,72a	46,47a	74,67a	0,18bc	9,45a	20,25e	4,25bc	3,32a
<b>T6</b>	4,87bc	11,25a	12,00bc	1,50bc	24,25bc	3,00a	11,50bc	6,50bcd	21,00bc	45,47a	46,11c	0,19b	1,32c	67,50c	5,12b	1,20c
<b>F</b>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
<b>DMS</b>	0,94	2,46	3,21	1,55	2,85	0,43	3,01	3,03	4,91	5,13	7,39	0,03	0,74	6,59	2,52	0,74
<b>CV%</b>	8,21	10,27	10,58	16,82	5,89	8,04	10,67	19,33	9,94	5,25	6,43	7,27	7,81	4,31	11,72	13,48

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.



**FIGURA 25.** Relação entre pH, matéria orgânica (%) e saturação por bases (V%) dos diferentes tratamentos estudados. Agosto de 2009.

#### 4.7 Análise foliar do café. Segunda avaliação. Agosto de 2009.

Os teores de nutrientes no tecido foliar na segunda avaliação realizada em agosto de 2009 refletiram a resposta do solo e da cultura ao manejo realizado no ano 2008-2009. O teor de clorofila foi medido em quatro épocas diferentes ao longo do estudo, em janeiro, junho, agosto e outubro. Na medição de agosto, realizada por ocasião da amostragem foliar, observou-se que este teor apresentou a seguinte ordem decrescente: T5>T1>T2>T6=T4>T3, com diferença estatística dos tratamentos 1 e 5 em relação aos outros tratamentos. Estes valores estão de acordo com REIS (2006). Os teores de nitrogênio apresentaram a seguinte ordem decrescente: T5>T1>T4>T2>T6>T3, sem diferença estatística entre os três primeiros tratamentos.

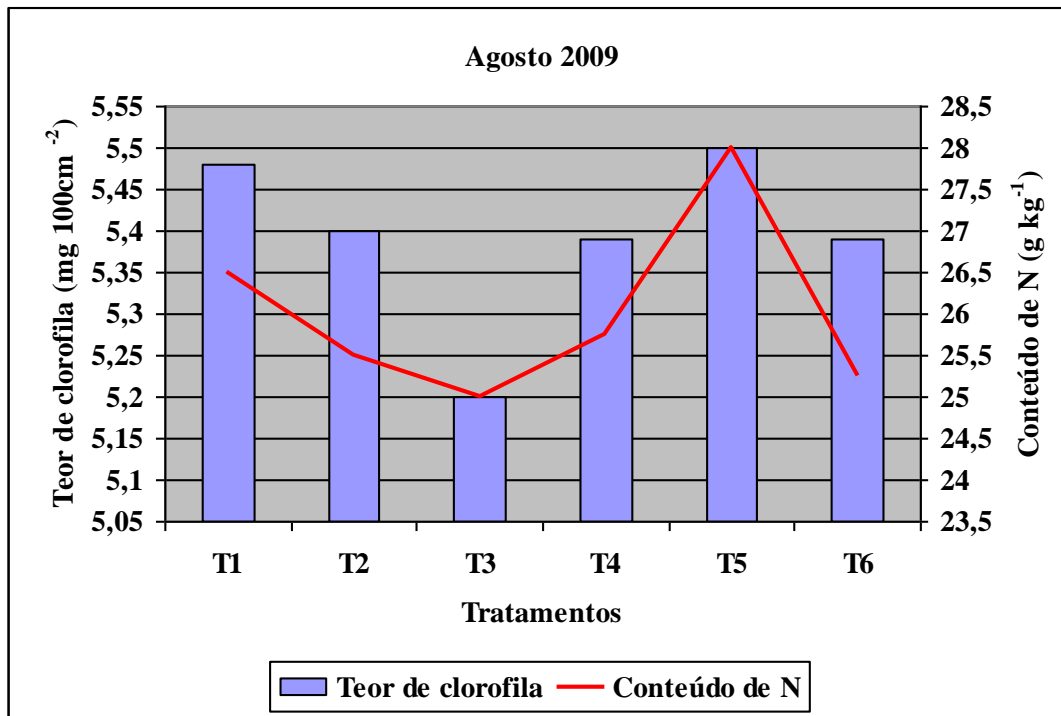
O potássio apresentou o maior valor no tratamento 4, mantendo-se estável nos tratamentos 4 e 3 em relação à primeira avaliação. Nos demais tratamentos houve uma queda no teor deste elemento. A ordem decrescente deste elemento foi a seguinte: T4>T3>T5>T6>T1>T2, com diferença estatística do tratamento 4 em relação aos demais. Os elementos magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e manganês estavam dentro da faixa adequada para a cultura conforme RAIJ et al. (1997). O zinco pode ser um fator limitante, já que ficou abaixo dos teores adequados nos tratamentos 1, 2, 3 e 5. O cobre que estava alto nos tratamentos 5 e 6, na primeira avaliação, ficaram dentro da faixa adequada deste nutriente, com valores de 20,25 e 20,50 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Na tabela 9 estão apresentados os resultados da análise foliar da segunda avaliação e nas Figuras 26 e 27 é mostrada a relação entre o teor de clorofila e o conteúdo de nitrogênio nas folhas de café em diferentes épocas, ao longo do período de estudo.

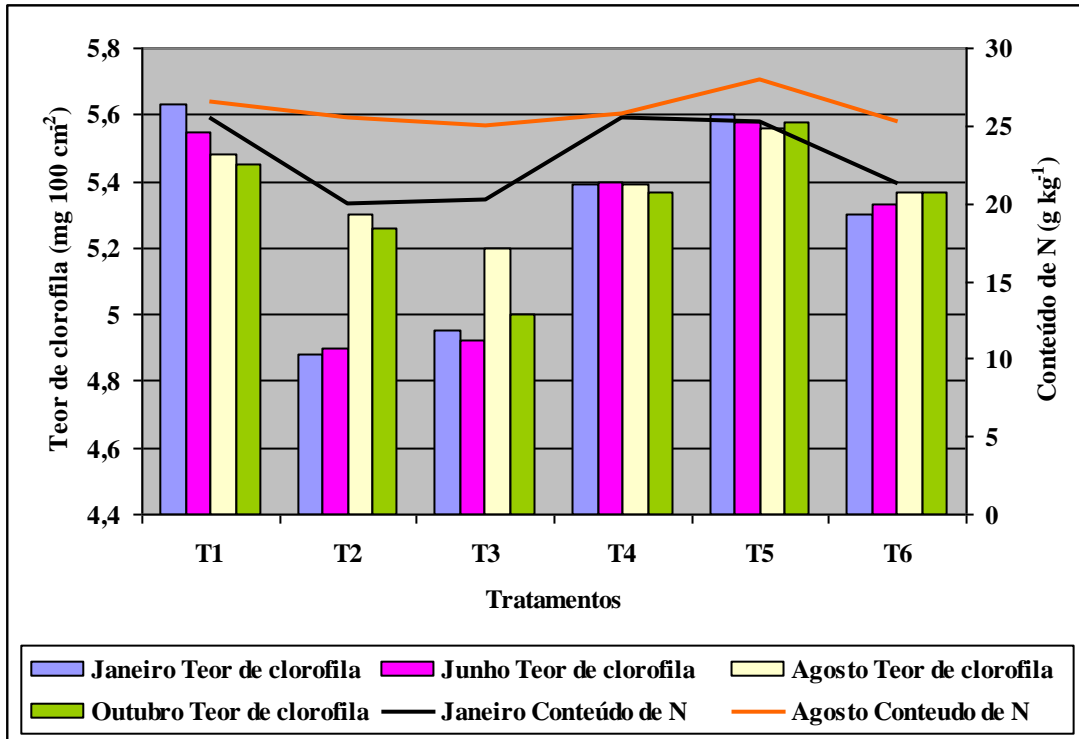
**TABELA 9. Concentração de nutrientes e teor de clorofila em folhas de café, em função dos tratamentos. Agosto de 2009.**

Concentração de nutrientes												
	g kg <sup>-1</sup>							mg kg <sup>-1</sup>				
	Clorofila mg 100cm <sup>-2</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>T1</b>	5,48a	26,50a	1,70b	15,00e	11,50b	3,32bc	1,52c	56,00D	16,50b	102,00a	480,75a	8,25c
<b>T2</b>	5,30b	25,50b	1,82b	14,50e	10,00b	3,00c	1,62bc	54,75D	15,75b	100,25a	291,25b	8,50c
<b>T3</b>	5,20c	25,00b	2,30a	23,25b	10,75b	3,60b	1,77b	63,00b	15,00b	88,50b	39,00e	8,00c
<b>T4</b>	5,39b	25,75a	1,87b	26,25a	14,50a	3,40b	2,02a	76,00a	10,00c	77,75c	296,50b	51,25a
<b>T5</b>	5,56a	28,00a	1,87b	20,75c	14,25a	4,25a	2,02a	73,00a	20,25a	103,25a	139,75c	8,75c
<b>T6</b>	5,39b	25,25b	1,90b	18,25d	11,50b	3,62b	1,50c	61,25b	20,50a	103,25a	76,75d	16,75b
<b>F</b>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
<b>DMS</b>	0,09	2,37	0,248	2,49	2,028	0,338	0,239	3,66	2,89	4,54	14,64	3,48
<b>CV %</b>	1,12	3,94	5,64	5,52	7,30	4,17	5,97	2,34	7,72	2,06	2,89	8,96

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). NS: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.



**FIGURA 26.** Relação entre o teor de clorofila (mg 100 cm<sup>-2</sup>) e conteúdo de nitrogênio nas folhas de café (g kg<sup>-1</sup>). Agosto de 2009.



**FIGURA 27. Teor de clorofila ( $\text{mg } 100 \text{ cm}^{-2}$ ) e conteúdo de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) dos diferentes tratamentos durante o período de estudo.**

Ao longo do período 2008-2009 os diferentes tratamentos receberam adubação foliar (tratamentos 3 e 4) e biofertilizantes (tratamentos 1, 2, 5 e 6), para complementar a adubação do solo e equilibrar a deficiência de nutrientes. Na Fazenda Gávea, onde está localizado o tratamento convencional 4, foi instalado sistema de irrigação por gotejamento, fato que melhorou o desempenho da cultura, pelo suprimento suficiente de água. Nos demais tratamentos, devido ao tipo de solo, a falta de água chega a prejudicar a produção do cafeeiro. Contudo, o ano de 2009 foi atípico, tendo um inverno além de frio, chuvoso, o que beneficiou em parte a cultura, e causou alguns inconvenientes na hora da colheita e secagem do grão de café.



#### 4.8 Análise biológica do solo. Segunda avaliação.

Na segunda avaliação da atividade biológica do solo, foi observado o mesmo comportamento dos tratamentos ocorridos na primeira avaliação, sem diferença estatística entre os tratamentos 1, 2, 6, 5 e 4. O tratamento convencional 3 apresentou o menor valor neste parâmetro. Este tratamento recebeu aplicação de herbicida Glifosato entre as ruas de café, fato que pode contribuir para a redução da atividade biológica do solo. O solo deste tratamento é compactado e permaneceu coberto pelos restos das ervas daninhas. A ordem decrescente foi a seguinte: T1>T2>T6>T5>T4>T3.

Em relação à análise biológica de carbono da biomassa microbiana, houve diferença estatística dos tratamentos 1, 2, 5, e 6 em relação aos tratamentos 3 e 4. A ordem decrescente foi: T1>T2>T5>T6>T4>T3. O tratamento 4 recebeu doses menores e localizadas de herbicida.

**Tabela 10. Análise biológica do solo – café de Garça.  
Segunda avaliação. Agosto de 2009.**

	<b>Somatória de produção diária de CO<sub>2</sub> em mg g<sup>-1</sup> resíduo seco 18/06/2009</b>	<b>Análise biológica de carbono da biomassa microbiana em mg C g<sup>-1</sup> de solo 18/06/2009</b>
T1	4,0675a	0,3675a
T2	4,0350a	0,3475a
T3	2,8375b	0,3000b
T4	3,7625a	0,3150b
T5	3,9425a	0,3300a
T6	4,0350a	0,3225a
F	**	NS
DMS	0,5428	0,0499
CV %	6,24	11,77

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

#### 4.9 Análise física do solo. Segunda Avaliação.

Os resultados das análises de partículas estão mostrados na Tabela 11 e apresentaram comportamento similar ao da primeira avaliação. Não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação à densidade de solo. Em relação à densidade de partícula houve diferença estatística dos tratamentos 5 e 6 em relação aos demais tratamentos. A ordem decrescente destes valores foi: T5>T6>T2=T4>T1>T3.

**TABELA 11. Densidade do solo e densidade de partícula ( $\text{g cm}^{-3}$ ).  
Segunda avaliação. Julho de 2009.**

	Densidade de solo ou densidade aparente ( $D_a$ )	Densidade de partícula ou densidade real ( $D_r$ )
		$\text{g.cm}^{-3}$
T1	1,5825	2,5300bc
T2	1,6325	2,5425b
T3	1,5525	2,5200c
T4	1,6900	2,5425bc
T5	1,6425	2,5775a
T6	1,5975	2,5675a
F	NS	**
DMS	0,1541	0,0217
CV %	4,15	0,37

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

A porosidade de solo mostrou o mesmo comportamento da primeira avaliação. No caso da porosidade total e macro porosidade houve diferença estatística dos tratamentos 1, 2 e 3 em relação aos demais (Tabela 12). Já para a microporosidade, o tratamento 3 apresentou o maior valor, com diferença estatística em relação aos outros tratamentos, comportamento relacionado com a textura e estrutura deste solo, que possui maior teor de argila.

**TABELA 12. Porosidade total, macro e microporosidade do solo, na profundidade de 0 -20 cm, em função dos tratamentos. Segunda avaliação. Agosto de 2009**

	Porosidade total (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Macroporosidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Microporosidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
T1	0,3747a	0,2710a	0,1039b
T2	0,3719a	0,2700a	0,1017b
T3	0,3841a	0,2715a	0,1126a
T4	0,3353c	0,2305c	0,1046b
T5	0,3629b	0,2598b	0,1028b
T6	0,3651b	0,2612b	0,1041b
F	**	**	**
DMS	0,015	0,010	0,006
CV %	12,75	8,40	10,95

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).  
NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a, pelo 1 e 5%, respectivamente Teste F.

A retenção de água no solo saturado foi maior nos tratamentos 3, 1 e 2, sem diferença estatística entre eles (Tabela 13). Na retenção de água na capacidade de campo houve diferença estatística do tratamento 3 em relação aos demais, tendo este tratamento maior capacidade de retenção de umidade, fato também relacionado com sua estrutura e textura do solo. A ordem decrescente foi a seguinte: T3>T6>T2>T1>T5>T4.

**TABELA 13. Retenção de água do solo, na profundidade de 0-20 cm, em função dos tratamentos. Agosto de 2009.**

Tratamento	$\text{dm}^3 \text{ dm}^{-3}$	
	Solo saturado	Capacidade de campo
T1	0,2400ab	0,0825c
T2	0,2400ab	0,1075b
T3	0,2625a	0,1500a
T4	0,2050c	0,0450d
T5	0,2225bc	0,0675cd
T6	0,2300b	0,1125b
F	**	**
DMS	0,0239	0,0231
CV%	4,45	10,68

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).  
NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo Teste F.

Observou-se que as propriedades físicas do solo, ao contrário das propriedades químicas, são mais permanentes e dependem principalmente do material original que originou o solo e das práticas por longo período de manejo e /ou conservação dos recursos naturais que sejam adotadas em cada localidade. As práticas adequadas de conservação de solos vão contribuir também para a maior ou menor fertilidade do solo, para sua capacidade de produzir colheitas e para a sustentabilidade da área agrícola.

#### 4.10 Teor de nutrientes no grão de café.

A produtividade das áreas estudadas na safra 2008-2009 foi de 15 sacas de café beneficiado por hectare nos tratamentos 1 e 5; 14 sacas por hectare nos tratamentos 2, 3, e 6 e de 17,5 sacas por hectare no tratamento 4. A produção média nacional de 2007 foi de 14,46 sacas de café beneficiado por hectare e MOREIRA (2009) obteve em 2007 uma produção média de 10,6 sacas por hectare no café sombreado orgânico; 7,9 sacas no café a pleno sol orgânico; 4,8 sacas no café sombreado convencional e 6,7 sacas por hectare no café a pleno sol convencional. No estado de Minas Gerais a safra de 2008 foi de 1,4 milhão de toneladas com rendimento médio de 1,3 mil quilos por hectare ou 21 sacas de 60 quilos por hectare (<http://www.jusbrasil.com.br/noticias/155479/lavouras-de-minas-produzem-acima-da-media-nacional>).

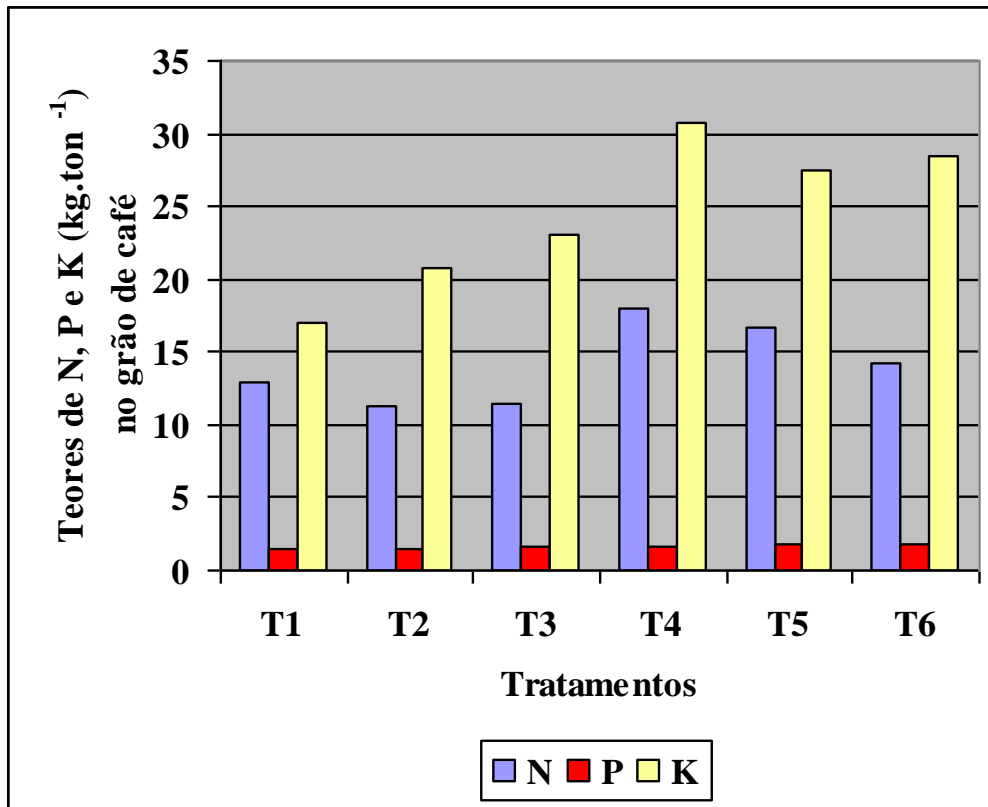
Em relação ao teor de nutrientes no grão de café, o potássio é um nutriente importante para a qualidade da bebida (SILVA, MINIM e RIBEIRO, 2005; SILVA, NOGUEIRA e GUIMARAES, 2002). MOREIRA (2009) encontrou uma correlação positiva entre o teor de potássio nos grãos de café e a qualidade da bebida nos tratamentos sombreado e a pleno sol orgânicos.

Conforme Malavolta (1993) o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exportados pelo cafeeiro. Villaseñor (1987), no México, também reportou que esta exportação através dos grãos de café atinge valores de 15 kg de nitrogênio, 2, 5 kg. de fósforo ( $P_2O_5$ ) e 24 kg de potássio ( $K_2O$ ) por tonelada. Os tratamentos 4, 5, e 6 deste trabalho apresentaram valores semelhantes aos reportados por este autor em relação ao nitrogênio e potássio, correspondendo os maiores valores aos tratamentos 4, 5 e 6, respectivamente, convencional, agroflorestal e biodinâmico. O fósforo teve valores inferiores (Tabela 14 e Figura 28).

**TABELA 14. Concentração de nutrientes em grãos de café, em função dos tratamentos. Agosto de 2009.**

Concentração de nutrientes												
----- g kg <sup>-1</sup> -----							----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
T1	13,00bc	1,4000c	17,00c	2,75a	1,52a	1,2500b	19,00d	14,00c	44,00c	58,75b	5,25b	
T2	11,25c	1,5250bc	20,75b	3,00a	1,35ab	1,3500ab	21,50cd	17,50c	41,25c	57,00b	50b	
T3	11,50c	1,7000ab	23,00b	3,00a	1,32b	1,3250ab	26,25b	18,00c	57,25a	12,00d	3,75b	
T4	18,00a	1,6750ab	30,75a	3,25a	1,40ab	1,4250ab	24,75bc	21,00b	51,00b	68,25a	9,25a	
T5	16,75a	1,7500a	27,50a	3,50a	1,45a	1,4500b	32,75a	24,75a	58,00a	10,75d	4,95b	
T6	14,25b	1,7750a	28,50a	3,00a	1,37ab	1,5000a	25,75b	23,75ab	43,50c	25,25c	4,00b	
F	**	**	**	NS	**	*	**	**	**	**	**	**
DMS	2,5772	0,2179	3,33	0,84	0,19	0,2235	3,51	2,837	4,63	5,91	1,92	
CV %	8,10	6,03	6,12	11,84	6,19	7,20	6,11	6,22	4,10	6,64	15,45	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). NS: não significativo (P>0,05); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.



**FIGURA 28. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) exportados pelos grãos de café maduro.**

Em relação à quantidade de nutrientes na matéria seca de grãos de café ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), o tratamento 4 apresentou os maiores valores de nitrogênio, fósforo e potássio, com diferença estatística significativa entre ele e os demais tratamentos (Tabela 15).

**TABELA 15. Quantidade de nutrientes na matéria seca de grãos de café em função dos tratamentos. Ano 2008-2009.**

Tratamento	Matéria seca kg ha <sup>-1</sup>	----- Quantidade de nutrientes ( kg ha <sup>-1</sup> ) -----						----- ( kg ha X 10 <sup>-3</sup> ) -----				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	900	11,67c	1,28d	15,36f	2,47d	1,30c	1,11d	17,50d	12,60f	39,60d	52,87c	4,72b
T2	840	9,45d	1,29d	17,43e	2,52c	1,28c	1,05e	18,22d	14,68e	34,65f	47,87e	4,20d
T3	840	9,64d	1,43c	19,31d	2,51c	1,12e	1,10d	22,09c	19,96c	48,09c	10,07e	3,15f
T4	1.050	18,92a	1,74a	32,27a	3,43a	1,48a	1,49a	26,01b	15,12d	53,54a	71,65a	9,71a
T5	900	15,13b	1,57b	24,74b	3,15b	1,38b	1,30b	29,48a	22,27a	52,20b	69,66b	4,45c
T6	840	11,99c	1,51bc	24,17c	2,51c	1,16d	1,26c	21,64c	22,05b	36,54e	51,21d	3,37e
F		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
DMS		0,647	0,106	0,47	0,041	0,027	0,033	2,03	0,081	0,052	0,01	0,03
CV %		2,20	2,97	0,92	2,64	1,27	1,18	3,93	1,20	2,05	3,11	2,25

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.

Os tratamentos 4 e 5, convencional e agroflorestal, apresentaram os maiores valores de quantidade de nutrientes na matéria seca de grãos de café. Este valor está relacionado com a concentração de nutrientes na folha e no grão e também com a produtividade obtida em cada sistema de manejo.



MALAVOLTA et al. (2002) relata que cafeeiros de cinco anos acumulam as maiores quantidades de matéria e nutrientes nos frutos. Nessa idade o cafeeiro exporta através da colheita, em função do conteúdo total na planta 45% de nitrogênio, 65% de fósforo, 62% de potássio, 26% de cálcio, 32% de magnésio, 37% de enxofre, 30% de boro, 46% de cobre, 26% de ferro, 14% de manganês e 25% de zinco. Em outro estudo, conduzido por CHAVES (1982) avaliou-se a marcha de absorção de nutrientes pelos frutos ao longo de seu desenvolvimento. O autor observou que as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn foram elevadas nos frutos, em seus estádios iniciais de crescimento. A extração total de nutrientes pelos frutos obedeceu à seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, S, P, Mn, B, Cu e Zn.

#### **4.11 Teores de cafeína e ácido clorogênico no grão de café.**

Conforme a Revista Cafeicultura (2007), mole é o café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado. Trata-se de um café suave e equilibrado; duro é o café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos. Identifica uma bebida encorpada e agradável; riado é o café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio; rio se refere ao café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio. É um café de sabor intenso e marcante; rio zona é o café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhando ao iodofórmio o ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar.

Conforme THEODORO et al. (2002) e FERNANDES et al. (2001) a qualidade do café como bebida e seu sabor dependem muito da presença de compostos fenólicos e alguns destes são originados dos ácidos clorogênicos. Os grãos dos cafés colhidos no chão (bebida dura) apresentam qualidade inferior e maiores teores de fenólicos totais (%) e acidez titulável. Os sistemas orgânicos e convencionais de produção de café apresentaram melhor desempenho quando colhidos no pano (bebida mole). No sistema orgânico observou-se maior teor de cafeína e maior atividade de polifenoloxidase (enzima responsável pela coloração escura do grão) e açúcares totais (THEODORO et al., 2002). Para FERNANDES et

al. (2001) a bebida dura apresentou-se com os maiores teores de polifenóis e ácido clorogênico e a bebida rio destacou-se com o maior teor de cafeína.

O café possui 1 a 2,5% de cafeína e diversas outras substâncias, como ácido clorogênico (7-9%), aminoácidos, açúcares (30-50%), sais minerais na proporção de 3-4% ([www.icor.com.br/sistemas/updown.public/archivos](http://www.icor.com.br/sistemas/updown.public/archivos); [www.cafesaude.com.br](http://www.cafesaude.com.br)). A cafeína atua antagonizando os efeitos da adenosina, uma substância química do cérebro (neurotransmissor) que causa o sono, e atua na microcirculação, melhorando o fluxo sanguíneo. Os ácidos clorogênicos são polifenóis com ação antioxidante que no processo de torra formam quinídeos, os quais possuem um potente efeito antagonista opióide ([www.cafesaude.com.br](http://www.cafesaude.com.br)).

Para CAMARGO e TOLEDO (1998) a quantidade de cafeína no café é dependente de uma série de fatores como a variedade da planta, método de cultivo, condições de crescimento, além de aspectos genéticos e sazonais. No caso da bebida, por exemplo, além da quantidade de pó, influenciam também o tipo do produto (torrado ou instantâneo, descafeinado ou regular) e o processo utilizado no seu preparo. Os autores observaram que teores de cafeína variaram tanto entre as diferentes marcas e tipos de café analisados quanto em função da técnica de preparo da bebida. Os valores determinados situaram-se na faixa de 0,43 a 0,85 mg ml<sup>-1</sup> para as bebidas preparadas com cafés em pó e de 0,61 a 0,82 mg ml<sup>-1</sup> para o café instantâneo.

Considerando as diferenças em adubação, manejo, colheita e secagem, foram avaliados os teores de cafeína e ácido clorogênico dos tratamentos estudados e os resultados estão mostrados na Tabela 16 e Figura 29. Foram encontrados menores valores de cafeína no grão de café dos tratamentos 1 e 6 (biodinâmicos) e 2 (orgânico), sem diferença estatística entre eles. Em relação ao teor de ácido clorogênico não houve diferença estatística entre os tratamentos, mas os tratamentos 1, 2 e 6 tenderam a apresentar teores menores. Os valores obtidos nos diferentes cafés estão de acordo com os valores reportados por CAMARGO e TOLEDO (1998) e [www.icor.com.br/sistemas/updown.public/archivos](http://www.icor.com.br/sistemas/updown.public/archivos).

Os tratamentos 4 e 5, respectivamente convencional e agroflorestal, tiveram os maiores teores de cafeína e tenderam a apresentar valores mais elevados de ácido clorogênico. Os resultados obtidos nestes parâmetros podem estar relacionadas com os teores

de nutrientes no tecido foliar e no grão de café, assim como com a quantidade de nutrientes encontrados no fruto dos diferentes tratamentos.

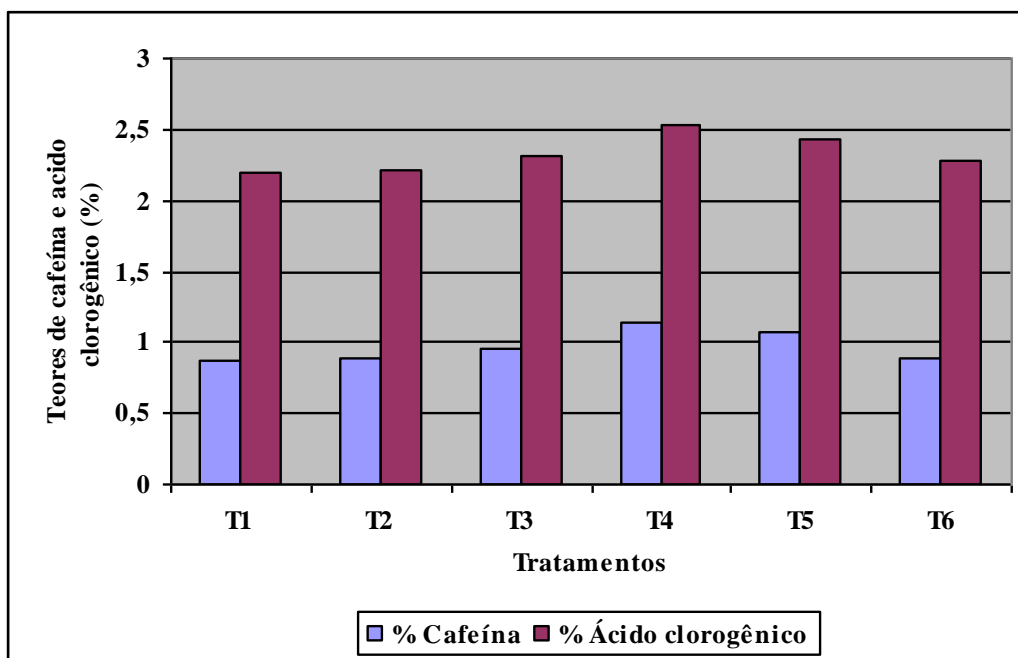
Estes resultados demonstram que o tratamento convencional com adubação suficiente para a nutrição do cafeeiro e o tratamento agroflorestal com um manejo adequado do solo e sombra tem valores semelhantes de cafeína e ácido clorogênico.

**TABELA 16. Teores de cafeína e ácido clorogênico no grão de café maduro.**

	<b>Cafeína no grão de café</b> %	<b>Ácido clorogênico no grão de café</b> %
T1	0,87b	2,10
T2	0,88b	2,21
T3	0,95a	2,32
T4	1,14a	2,53
T5	1,07a	2,43
T6	0,89b	2,28
F	**	NS
DMS	0,19	0,86
CV %	8,86	16,47

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

NS: não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* e \* = significativo a 1 e 5%, respectivamente.



**FIGURA 29. Teores de cafeína e ácido clorogênico em grãos de café maduro. Outubro de 2009.**

#### 4.12 Diagnóstico final.

As chuvas atípicas ocorridas neste ano têm causado prejuízo à colheita do café em Franca, Garça, São José do Rio Pardo (O Estado de S.Paulo. Fábio Marin. AGRÍCOLA16/09/2009 [www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br) >).

Além da área produtora de olerícolas do Estado, a colheita da maioria das culturas foi prejudicada pelo mau tempo. Mantendo a tendência chuvosa deste inverno, mais dois sistemas frontais trouxeram temporais e ventos intensos. O volume de chuva superou o dobro do esperado para setembro e o armazenamento hídrico do solo atingiu o nível máximo. Os temporais causaram prejuízos nas áreas de olerícolas do Cinturão Verde e prejudicaram a colheita de cana, com paralisações no corte e transporte da gramínea. Também afetaram a colheita do café em Franca, Garça, São José do Rio Pardo; da mandioca em Presidente Prudente, Mogi - Mirim e Engenheiro Coelho; da cebola em Piedade; do morango em Atibaia, Monte Alegre do Sul e Jarinu; da cevada, aveia e trigo em Itapetininga, Itapeva e

Taquarivaí e do tomate em Cafelândia, Sumaré e Ribeirão Branco. A chuva, porém, beneficiou as pastagens, contribuindo para a manutenção das cotações do boi gordo.

Conforme as informações meteorológicas, o presente ano foi realmente atípico em varais regiões do país, mudando o regime hídrico, que costuma ser seco no inverno. O aumento das chuvas prejudicou as colheitas de diferentes culturas, mas por outro lado favoreceu o desenvolvimento dessas culturas. As plantas de café, cujo grão foi colhido, apresentam nova floração e formação de grão, podendo favorecer a produção. Contudo, maior produção também poderá acarretar maior desgaste da planta, que precisará ser acompanhada em relação aos aspectos nutricionais e saúde.

Neste estudo nos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 6 a colheita foi realizada até agosto de 2009, com atrasos devido à maior incidência de chuvas. No tratamento 5, a floração e a frutificação se distribuíram num período maior, havendo ainda neste último tratamento café em formação e amadurecimento (Figuras 30 a 35). Em todos os tratamentos foram observadas floração e formação de grãos. Os produtores tiveram diminuição na produção em relação ao ano anterior mas estão preparando suas áreas e seus cafezais para a colheita 2009 - 2010, sem descuidar do manejo e tratos culturais a serem realizados no final deste ano, e no transcurso do seguinte para manter as plantas sadias e com níveis adequados de adubação a fim de atingir produções satisfatórias.

No tratamento 1 (Figura 30) a biomassa das entrelinhas foi roçada e deixada como cobertura do solo, para favorecer o retorno de nutrientes e a proteção do solo.



FIGURA 30. Tratamento 1 após a colheita de café.  
Novembro de 2009

No tratamento 2 (Figura 31) após a colheita do café, as plantas espontâneas que surgiram nas entrelinhas do café foram podadas, com exceção da mamona que foi deixada procurando desenvolver um sistema agroflorestal, sombrear o café e favorecer a ciclagem de nutrientes no sistema. A venda das sementes de mamona também representa uma fonte de ingressos para a propriedade.



FIGURA 31. Tratamento 2 após a colheita do café.  
Novembro de 2009

No caso do tratamento 3 (Figura 33) foi observada falta de cobertura do solo, após a colheita do café. Provavelmente devido ao uso de herbicidas as plantas espontâneas demoram em reaparecer e não é feita nenhuma adubação verde.



FIGURA 32. Tratamento 3 após a colheita do café.  
Novembro de 2009.

No tratamento 4 (Figura 33) foi realizada poda de ponteiros em agosto, logo após a colheita do café. Esta poda estimula o desenvolvimento da planta, facilita o manejo do solo e da cultura, as plantas ficam mais uniformes, facilitando a colheita do ano seguinte. Parte da biomassa da poda ficou na área, cobrindo o solo.



FIGURA 33. Tratamento 4. Após a colheita do café e poda de ponteiros. Novembro de 2009.



No tratamento 5 (Figura 34) foi conduzida a poda de ponteiros no café e manejo da sombra, mediante a poda de galhos das árvores do sistema agroflorestal. Esta prática favorece a iluminação da área, possibilitando melhor fotossíntese das plantas de café, a ciclagem de nutrientes, a absorção de água e a cobertura do solo do sistema.



FIGURA 34. Tratamento 5 após a colheita de café, poda de ponteiros e manejo da sombra. Novembro de 2009.

No tratamento 6 após a colheita, a área é mantida roçada, com cobertura constituída por material da poda do café e roçagem da braquiária. Esta prática mantém o solo protegido, favorece a infiltração de água (da mesma forma que em outros tratamentos), a ciclagem de nutrientes e a sua liberação e aproveitamento pela cultura do café. Na área está sendo desenvolvido um sistema agroflorestal com a introdução de diversas espécies de plantas nas várias épocas do ano..



FIGURA 35. Tratamento 6 após a colheita de café, roçada das entrelinhas do café. Novembro de 2009.

O manejo das diferentes áreas, do solo, os teores de adubação dos diferentes tratamentos estão relacionados com os resultados das análises de solo, das análises

de tecidos vegetais, teor de clorofila nas folhas, teor de nutrientes e de cafeína no grão de café. Os tratamentos com os teores de nutrientes mais equilibrados conforme as necessidades da cultura tenderam a apresentar maior produtividade e a conservar níveis mais elevados de nutrientes no solo e nos tecidos vegetais. O teor de cafeína também foi maior nos tratamentos que tiveram maiores valores de nutrientes no tecido foliar e no grão de café.

## **5. CONCLUSÕES.**

- **A melhora no manejo das áreas em estudo contribuiu para um aumento do pH e teor de macronutrientes no solo, assim como da somatória de bases, capacidade de troca catiônica e porcentagem de saturação por bases.**
- **A melhora do manejo do solo e da adubação resultou em maiores teores de nutrientes no tecido vegetal das plantas;**
- **Os teores de nutrientes nas plantas ficaram mais equilibrados até o final do estudo, principalmente no caso do cobre no tratamento 5;**
- **A observação permitiu identificar melhoria na aparência das plantas ao longo do estudo, refletindo o manejo do solo e da cultura;**
- **Houve diferença nos teores de cafeína, com os cafés orgânicos e biodinâmicos apresentando valores menores. Estes valores estão de acordo com os resultados encontrados na literatura;**
- **O teor da cafeína está relacionado com o teor de nutrientes no tecido foliar e no grão de café. Quanto maior o teor de nutrientes maior o teor de cafeína;**
- **Foi observado que o manejo e a nutrição adequada do cafeeiro influenciam o teor de cafeína, conseqüentemente a qualidade.**



## 6. REFERÊNCIAS.

ALTIERI, M. The ecological role of biodiversity in agroecosystem. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam.v.74,p.19-31.1999.

ANACAFE (Asociación Nacional del Café). **Manual de Caficultura**. Guatemala, C.A., 1991. 177p.

ANDERSON, J.P.E. Soil Respiration. In: Page, A. L. (Ed.) **Methods of Soil Analysis**, 2.Ed., Part 2. Madison, ASA/SSSA, p. 831-871, 1982

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, 1989. 247 p.

BERTALOT, M.J.A. **Crescimento e avaliação nutricional de leguminosas arbóreas potenciais para ecossistemas agroflorestais num solo de cerrado**. 1997. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997)

BERTALOT, M.J.A. **Cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) em áreas sob manejo agroflorestal em aléias com *Leucaena diversifolia***. 2003. 88f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003)

BERTOLANI, F.C. **Caracterização física dos solos de uma microbacia degradada em Vera Cruz, SP.** 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. 1998.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** Editora Ícone. 1990.355p.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. Estudo, em lisímetros monolíticos, de perdas de água e evapotranspiração em três tipos de solos sob diferentes condições de uso. **Bragantia**, Campinas, v.35, n.12. p123-145. 1976.

BLISKA, F.V.de M.; PARREIRAS, S.P.; GIOMO, G.S.; VEGRO, C.L.R. Caracterização da produção de *Coffea arabica* e possibilidades de cultivo de *Coffea canephora* na região oeste do estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP. V.38 n.8, 2008. p.38-42.

BLISKA, F.V. de M; VEGRO, C.L.R.; AFONSO JUNIOR, P.C.; MOURÃO, E.A.B.;CARDOSO, C.H.S. Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v.39, n.9, 2009. p.6-20.

CAMARGO, M.C.R.;TOLEDO, M.C.F. Teor de cafeína em cafés brasileiros. **Ciênc. Tecnol. Aliment. vol. 18 n. 4 Campinas Oct./Dec. 1998.**

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611998000400012.](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400012)

CAMARGO, F.A.; SANTOS, G.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo.** Porto Alegre:Genesis, 1999. 508p.

CAMARGO, M.B.P. Influência do clima na produtividade de grãos e na qualidade da bebida do café. In: SALVA, T,J,G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R.A., FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade:** aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas – SP:Editora IAC, 2007. p.2-26.

CAIRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. Efeitos da calagem, cobalto e molibdênio sobre a concentração de clorofila nas folhas de amendoim. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.79-84, 1999.

CAIXETA, I. F. A produção de café orgânico: alternativa para o desenvolvimento sustentado - o exemplo do sul de Minas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2000. p. 323-330.

CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. Comercialização do café orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214-215, p. 149-152, 2002.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.14, n.1, p.125-132. 1999.

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89 n.4, p. 557-562, 1997.

COELHO, R.A.; SILVA, G.T.A.; RICCI, M.S.F.; RESENDE, A.S. Efeito de leguminosa arbórea na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffea Science**, lavras, v.1, p.21-27, 2006.

CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Análise agroeconômica do café cultivado organicamente ou café “orgânico”**. Londres: Junta Executiva, 1997. 19p.

CORREIA-RICKLI, R. Os preparados Biodinâmicos. *Cadernos Demeter*, n.1. 1986. 63 p.

COSTA, L.M. da; OLSZEWSKI, N.; MÔNACO, P.A.L. Manejo e conservação de solos para a cultura do cafeeiro. In: Zambolin, L. (Ed.), **Café: Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2003. p 367-396.

D’ANDREA, P. Agricultura de processos. Manejo da biomassa, os preparados biodinâmicos, biofertilizantes e farinhas de rocha. In: Sixel, B. Th. *Biodinâmica e Agricultura*. Botucatu, Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003, p.155-178.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.



FERNANDES,S.M.; PINTO, N.A.V.D.; THÉ, P.M.P.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. de. Teores de polifenóis, ácido clorogênico, cafeína e proteína em café torrado.

GOMES, M.F.M.; ROSADO, P.L.Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural vol.43 no.4 Brasília Oct./Dec. 2005**.doi:10.1590/S0103-20032005000400002 .

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid+50103-20033005000400002&script=sci\\_arttex#tlng=en#back10#back10](http://www.scielo.br/scielo.php?pid+50103-20033005000400002&script=sci_arttex#tlng=en#back10#back10)>

HARADA, D.Y. Selo único ou biodiversidade na certificação. In:CONGRESOS BRASILEIRO DE HORITCULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., Piracicaba, 2001. **Resumos.....**Piracicaba, 2001. p.32.

HERMÍNIO, D.B.C. Elaboração e uso dos preparados biodinâmicos. In: Sixel, B. Th. **Biodinâmica e Agricultura**. Botucatu, Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003, p.31-47.

KANTETY, R.V.; SANTEN, E.; WOODS, F.M.; WOOD, C.W. Chlorophyll meter predicts nitrogen status of tall fescue. **J. Plant. Nutr.** V.19, p.881-889,1996.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia, relações solo-planta**. São Paulo, Editora Ceres, 1979. 263p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1985. 480p.

LIMA, P.C. de; MOURA, W.M.; LISBOA, J.M.M. Avanços tecnológicos para a produção orgânica de café. In: Zambolin, L. (Ed.), **Café: Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2003. p 319-366.

LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação e eficiência agronomica- Boletim técnico nº8. ANDA 1999.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola – adubos e adubação**. São Paulo, Biblioteca Agronômica Ceres, 1967. 605p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M. et al. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesq. agropec. bras.**, jul. 2002, vol.37, no.7, p.1017-1022.

MATIELLO, J.B; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; AMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil**: Novo manual de recomendações. Rio de Janeiro:MAPA/PROCAFÉ – Fundação PROCAFÉ, 2002. 387p.

MENDOZA, E. **Café sombreado**. Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica. S.D. 43p.

MIRANDA, E.M.; PEREIRA, R.C.A.; BERGO, C.L. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e a pleno sol no Estado do Acre, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras,v.23.n.1, p.62-69. 1999.

MORAES, F.R.P.de; LAZZARINI, W.; CERVellini, G.de S., TOLEDO, S.V. de; MORAES, M.V. de; REIS, A.J.; ROCHA, T.R.; CONAGIN, A. Fontes e doses de nitrogênio na adubação química do cafeeiro em latossolo roxo e podzólico vermelho-amarelo orto. **Bragantia**, Campinas, v.44 n.1, p.1-15. 1985.

MOREIRA, C.F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional**. 146p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

NEVES, M. C. P. Certificação: garantia da qualidade dos produtos orgânicos, In: PRINCÍPIOS e práticas agroecológicas aplicadas à agricultura orgânica. Brasília : Embrapa SCT, 2004. (no prelo).

NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. **Agricultura orgânica** - uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas

sustentáveis. Seropédica: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004a. 113 p. (no prelo).

PENTEADO, S. Defensivos alternativos e naturais. Campinas, 1999. 79p.

PEZZOPANE, J.R.; CAMARGO, M.B.P. de. Informações Técnicas. Arborização de cafezais. **O Agrônomo**, Campinas – SP. 59(1) 2007. p28-29.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.1, p. 59-65, 1992.

PRADO, H. A pedologia simplificada. **Arquivo do Agrônomo** No.1, 2ªed. K P Potafós, 1995. 16p.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo:Nobel, 1981. 541p.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTERELLA, H.;QUAGGIO, J.A. et al. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 284p.

RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2ª ed. Piracicaba: Instituto da Potasa & Fosfato (EUA), 1983. 142p.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e energia nos ecossistemas**. Piracicaba:USP, 1996. 350p.

REIS, A. R. dos; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia vol.65 no.1 Campinas 2006** .doi: 10.1590/S0006-87052006000100021.

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052006000100021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052006000100021&script=sci_arttext)>

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE. S.B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia- base para distinção de ambientes**. Editora UFLA. 322p.

RIOS, J.N.G. Certificação de origem e qualidade de café. In: Zambolin, L. (Ed.), **Café: Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2003. p 509-554.

RICCI, M.dos S. F; FERNANDES, M.C.A.;CASTRO. C.M.. **Cultivo orgânico do café**. Embrapa, 2002. 101p.

ROMERO, J.P. e ROMERO, J.C.P. **Cafeicultura prática**: cronologia das publicações e dos fatos relevantes. São Paulo:Ceres, 1997. 400p.

SCHADCHINA, T.M.; DMITRIEVA, V.V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, p. 1427-1437, 1995. [ [Links](#) ]

SILVA, A.F.; MINIM, V.P.R.; RIBEIRO, M.M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (*Coffea arabica* L.) orgânico. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.6, p.1124-1230. 2005.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Qualidade de grãos de café beneficiados em resposta à adubação potássica. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.59, p.173-179. 2002.

SIXEL, B.Th. **Biodinâmica e Agricultura**. 2ª ed. Botucatu, Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2007. 253p.

TEIXEIRA. G. Análise da fertilidade do solo de lavouras de café sombreadas e a pleno sol. Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura. Muzambinho, MG. 2008. 29p.

THEODORO, V.C. A; MOURÃO JUNIOR, M.; GUIMARÃES, R.J.;CHAGAS, S.J.R. Caracterização da qualidade de grãos de cafés (*Coffea arabica* L.) colhidos no pano e no chão,

provenientes de sistemas de manejo orgânico, em conversão e convencional. <[www.planeta.orgânico.com.br](http://www.planeta.orgânico.com.br) 19/04/2>.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** vol.27 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2003. Seção IV - Fertilidade do solo e nutrição de plantas. <<http://www.scielo.br/scielophp?lng=en>>

VANCE, E.D.; BROOKS, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measure soil microbiologic biomass. **Soil Biology & Biochemistry**, Great Britain, v. 19, p. 707-713, 1987.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. and BLUME, E.. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2004, vol.28, n.5, pp. 891-900. ISSN 0100-0683. doi: 10.1590/S0100-06832004000500011.

<[www.educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html](http://www.educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html)>

<<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>

<<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=20462>>

<<http://www.prefgarça.sp.gov.br/html>>

<<http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/cafe/index.php>>

<<http://www.aao.org.br>>

<<http://www.peabirus.com.br>>

<<http://www.revistacafeicultura.com.br> 05/10/2007>

<<http://www.cafesaude.com.br>>

<http://www.jusbrasil.com.br/noticias/155479/lavouras-de-minas-produzem-acima-da-media-nacional>

<O Estado de S.Paulo. Fábio Marin. AGRÍCOLA16/09/2009 [www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br) >