

ATIVIDADE MICROBIANA EM LAVOURA CAFEIEIRA NA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Vanessa Cristina de Almeida THEODORO¹, E-mail: organiccoffee@gmail.com; Antônio Nazareno Guimarães MENDES²; Rubens José GUIMARÃES²; Henrique Dias FRANCO³; Éder Carvalho SANDY³

¹Professora da Universidade do Estado do Mato Grosso, Cáceres, MT; ²Professores da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; ³Alunos do curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Resumo:

O experimento foi instalado em uma lavoura cafeeira anteriormente cultivada de forma convencional há seis anos, a qual foi submetida ao processo de transição para o sistema orgânico. Durante o primeiro ano de transição agroecológica avaliaram-se os efeitos dos manejos orgânico e convencional sobre os atributos microbiológicos do solo. Empregou-se o delineamento látice balanceado 4x4 com cinco repetições em esquema fatorial 3x2x2 mais quatro tratamentos adicionais. Foram utilizadas três fontes de matéria orgânica (farelo de mamona, esterco bovino e cama de aviário), com e sem palha de café fermentada, com e sem a adubação verde com feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) nas entrelinhas do cafeeiro e pulverizações com o biofertilizante supermagro. O manejo convencional constou da aplicação de sulfato de amônio e o cloreto de potássio e de adubação foliar convencional. Não há diferença na biomassa microbiana, em função dos manejos orgânico e convencional, entretanto nos tratamentos de manejo orgânico é maior a diversidade biológica das populações de fungos micorrízicos arbusculares.

Palavras-chave: agroecologia, manejo, café orgânico, microbiologia do solo, conversão, *Coffea*.

MICROBIAL ACTIVITY IN COFFEE CROP IN THE AGROECOLOGIC TRANSITION

Abstract:

The experiment was set in a coffee crop previously cultivated in a conventional way for six years, which was submitted to the transition process for the organic system. During the first year of agroecological transition, the effects of organic and conventional managements were evaluated in the microbiological attributes of the soil. Experimental design used was the lattice balanced 4x4 with five replications in factorial scheme 3x2x2 and four more additional treatments. Three sources of organic matter were used (castor bean bran, bovine manure and boiler litter) with or without straw of fermented coffee, and with or without the green manuring with (*Cajanus cajan* L.), in the line spaces of the coffee crop and pulverizations with the biofertilizer "supermagro". The conventional management had the application of ammonium sulfite and the potassium chloride, and conventional foliar manuring. There isn't difference in the microbial biomass because of the organic and conventional managements; therefore, the organic ones have a bigger biological diversity in the populations of arbuscular mycorrhizae fungi.

Key words: agroecology, management, organic coffee, soil microbiology, conversion, *Coffea*.

Introdução

A atividade microbiana do solo em agroecossistemas é fortemente influenciada pelas práticas de manejo empregadas, como rotação de culturas, adubação, irrigação e sistemas de preparo do terreno e de proteção de plantas. O manejo do solo com práticas que não agridam a biota e favoreçam a ciclagem de nutrientes é fundamental para a obtenção de plantas saudáveis, tais como: redução da mecanização do solo, uso preferencial de adubos verdes, plantas de cobertura, esterco e compostos. As demais práticas de manejo de agroecossistemas em sistema convencional, tais como a aplicação de agrotóxicos, e a mecanização excessiva do solo com máquinas, têm efeito direto e indireto no empobrecimento da microbiota do solo responsável pela ciclagem de nutrientes (Matson et al., 1997; Altieri & Nicholls, 1999).

A biomassa microbiana, que apresenta um importante papel na ciclagem de nutrientes e agregação do solo, vem sendo estudada em solos manejados organicamente e convencionalmente. Fatores determinantes do resultado da biomassa microbiana são o tipo e a quantidade de material orgânico que regularmente entra no ecossistema. Aparentemente, a baixa entrada de matéria orgânica na agricultura convencional é suplementada pelas grandes quantidades de exsudatos das raízes e resíduos de colheita (raízes e palhas) incorporados ao solo, provenientes de uma maior produtividade (Shannon et al., 2002).

A simbiose micorrízica torna-se muito importante, especialmente, para a cultura do cafeeiro, pois este apresenta elevada dependência dos fungos micorrízicos arbusculares na fase de mudas em viveiros. Existem indícios de que, por meio do manejo adotado em lavouras já instaladas, é possível aumentar a diversidade de espécies e o potencial de inóculo natural do solo, diminuindo os efeitos negativos do monocultivo contínuo sobre a diversidade de espécies (Theodoro et al., 2003).

O manejo apropriado desta simbiose pode reduzir a utilização de fertilizantes e agrotóxicos, sendo sugeridas por Moreira & Siqueira (2002) algumas práticas de manejo, como: fazer rotação de culturas e consórcios que incluam espécies

de plantas multiplicadoras de propágulos; reduzir as aplicações de adubos solúveis ao mínimo necessário; priorizar fontes não solúveis de fósforo, e, reduzir ao mínimo a aplicação de agrotóxicos, principalmente os fungicidas.

Assim, fica implícita a idéia de que, por meio de estudos envolvendo a atividade microbiana do solo, teoria da trofobiose e biodiversidade vegetal por meio, por exemplo, da adoção da adubação verde nas entrelinhas dos agroecossistemas cafeeiros, estes podem ser manipulados para se alcançar uma produtividade sustentável, com menos insumos externos e impactos negativos ambientais e sociais.

Nesse trabalho foram avaliados após o primeiro ano de transição agroecológica da lavoura cafeeira, os efeitos dos manejos orgânico e convencional na atividade microbiana do solo, por meio da quantificação da biomassa microbiana e da identificação de fungos micorrízicos arbusculares presentes no sistema radicular dos cafeeiros.

Material e Métodos

A área de estudo localizada na Fazenda Baunilha em Lavras/MG, constituiu-se de um talhão de café implantado num Latossolo Vermelho distroférrico, ocupado com cafeeiros com idade de 6 anos, espaçamento 4,0 x 0,7 m (4.167 plantas ha⁻¹) e variedade Catuaí Amarelo em uma área de 2,02 ha. A área das parcelas orgânicas foi de 1,61 ha (80 parcelas) e a testemunha (20 parcelas convencionais em uma área de 0,41 ha) estava localizada dentro do mesmo talhão, isolada por uma barreira vegetal de 20,0 m (constituída por 5 linhas de cafeeiros). Cada parcela continha 84 plantas, sendo 16 plantas úteis e 68 plantas de bordadura.

O experimento foi instalado em agosto de 2004 e neste trabalho foram utilizados os dados do primeiro ano de conversão (de agosto de 2004 a dezembro de 2005). O delineamento usado foi o látice balanceado 4x4, com cinco repetições. Dos dezesseis tratamentos, doze caracterizam um fatorial 3x2x2, que corresponde a três fontes de matéria orgânica (esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona) aplicadas superficialmente na projeção da copa do cafeeiro, com ou sem compostagem laminar feita com a aplicação de palha de café (2,0 L planta⁻¹) sobre as fontes de matéria orgânica e com ou sem adubo verde (*Cajanus cajan* L.) nas entrelinhas. Os quatro tratamentos adicionais avaliaram o uso do esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de potássio e magnésio; a rochagem utilizando a farinha de rocha Itafértil na dose de 2,08 t ha⁻¹ (500 g planta⁻¹) + farelo de mamona + palha de café; o uso da palha de café fermentada (20,0 L planta⁻¹) e do adubo verde feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) plantado nas entrelinhas do cafeeiro como únicas fontes de adubação. Todos os tratamentos de manejo orgânico receberam como fonte de adubação foliar, o biofertilizante supermagro e, nas parcelas convencionais, foi aplicada adubação foliar convencional com Niphokam (Quimifol) (10% N; 8,0% P₂O₅ solúvel em CNA + água; 8,0% K₂O; 0,5% Mg, 1,0% Ca; 2,0% S, 1,0% Zn; 0,5% B; 0,1% Fe; 0,1% Mo; 0,2% Cu e 0,5% Mn) na dose de 1,0L 400L⁻¹ calda⁻¹ ha⁻¹.

A palha de café fermentada foi aplicada superficialmente na projeção da saia do cafeeiro na dosagem de 2,0 L cova⁻¹ (Guimarães et al., 1999). nos tratamentos 1, 2, 3, 7, 8, 9 e 14 e em todas as parcelas convencionais), após a aplicação dos adubos orgânicos (esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona).

O cálculo da quantidade de adubos orgânicos foi feito de acordo com Furtini Neto, et al. (2001) conhecendo-se a umidade e o teor de nutrientes no fertilizante orgânico sólido com base na matéria seca (Tabela 1) e, o índice de conversão da forma orgânica para a forma mineral (50%). Foi calculada a quantidade de fertilizante a ser aplicada para atender a demanda de 170 kg ha⁻¹ de N (IBD, 2003) e para suprir a necessidade de N e K visando uma produtividade de 30 a 40 sacas ha⁻¹ (Guimarães et al., 1999). As quantidades utilizadas dos adubos orgânicos foram: 8,5 kg de esterco bovino planta⁻¹ totalizando 34,9 t ha⁻¹ (35% umidade); 2,0 kg de farelo de mamona planta⁻¹ totalizando 8,5 t ha⁻¹ (20% umidade) e 4,2 kg planta⁻¹ de cama de aviário, totalizando 17,4 t ha⁻¹ (30% umidade).

Tabela 1. Resultados do valor agrônomo dos diferentes insumos utilizados.

Insumos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg							mg/kg			
Esterco bovino	14,6	4,91	17,5	46,8	5,18	2,6	16	30	71	431	162
Cama de aviário	27,6	16,0	22,3	23,8	5,14	3,2	34	269	773	389	445
Farelo de mamona	49,4	13,2	9,7	22,9	0,87	3,3	27	21	2222	293	126
Palha de café	13,8	6,4	18,4	4,3	0,97	0,9	23	15	271	42	17
Moinha de carvão	2,6	0,76	2,9	51,6	1,63	2,3	20	37	51032	449	41
Feijão guandu	18,1	5,9	11,4	10,9	2,2	-	-	14	303	112	20

A formulação do biofertilizante utilizada foi a do supermagro adaptado à cafeicultura orgânica de acordo com Pedini (2000) citado por Theodoro (2006) com uma diluição de 5%. Foram realizadas três pulverizações tratorizadas mensais (de dezembro de 2004 a fevereiro de 2005). O plantio do adubo verde feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) foi feito em janeiro de 2005 nas entrelinhas dos cafeeiros, utilizando-se quatro linhas com espaçamento de 50,0 cm e densidade de 10 sementes por m linear segundo Chaves e Calegari (2001). O guandu permaneceu na área por três meses, sendo roçado mecanicamente em abril de 2005.

A adubação química foi idealizada de acordo com análise de solo coletada antes da implantação do experimento. A exigência de N e K para lavouras em produção foi calculada segundo Guimarães et al. (1999), visando uma produtividade de 30 a 40 sacas ha⁻¹ para as parcelas convencionais, sendo fornecidos 300 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio e 150 kg ha⁻¹ K₂O na forma de cloreto de potássio. A adubação foi realizada em 4 parcelamentos. O manejo de plantas espontâneas nos tratamentos orgânicos constou do uso de roçadeira mecânica periodicamente de acordo com o grau

de infestação. Nas parcelas convencionais foi utilizado um manejo integrado (uso de roçadeira mecânica a cada 30 a 45 dias e uma aplicação de controle químico com herbicida sistêmico – Glyphosate na dosagem de 1,5L 150L⁻¹ de calda).

As amostras referentes aos parâmetros microbiológicos do solo (biomassa microbiana e esporos no solo) foram coletadas na projeção da copa do cafeeiro (5 x 5 x 5 cm³), na área central das dezesseis plantas úteis. As amostras de solo coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e colocadas em caixas de isopor com gelo, até chegarem ao Departamento de Agricultura, onde foram conservadas à temperatura de cerca de 5°C, até serem processadas. A temperatura foi mantida utilizando geladeira comercial em condições de laboratório. Os esporos do solo foram extraídos pelo método da peneiragem via úmida (Gerdemann & Nicolson, 1963) e, a classificação taxonômica foi realizada segundo as descrições originais (Schenck & Perez, 1987). A biomassa microbiana foi estimada pelo método da fumigação-extração descrito por Dias Júnior (1996) apresentando como princípio básico a extração do C microbiano após a morte dos microrganismos e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares, os quais são degradados por autólise enzimática e transformados em componentes orgânicos extraíveis.

O plano experimental foi obtido em Cochran & Cox (1957). Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando o programa SAS, a testemunha foi comparada com cada um dos dezesseis tratamentos de manejo orgânico por meio do teste t com proteção de Bonferroni (Johnson & Wichern, 1998) com a ajuda do programa SISVAR para Windows versão 4.6.

Resultados e Discussão

Biomassa microbiana

A variável biomassa microbiana foi avaliada como um índice de aferição da sustentabilidade dos manejos orgânico e convencional do cafeeiro. Entretanto, não foi detectado efeito significativo para a biomassa microbiana entre os tratamentos de manejo orgânico e nem quando estes foram comparados com a testemunha (Tabela 1). O valor médio de amostras coletadas nesse trabalho (no verão) para a biomassa microbiana em todos os tratamentos de manejo orgânico foi de 247,04 µgC g solo⁻¹, tendo Theodoro (2001) registrado para o sistema de produção de café orgânico, o valor de 548,29 µgC g solo⁻¹, e para o café convencional 464,84 µgC g solo⁻¹, no mesmo período. Cunha et al. (2005) relataram maiores valores da biomassa e da respiração basal do solo para sistemas orgânicos de produção de café em comparação com sistemas convencionais. O cultivo de leguminosas de verão (mucuna-anã e amendoim-cavalo) nas entrelinhas do cafeeiro convencional estimulou a biomassa microbiana (Colozzi Filho et al., 2000).

A grande variação de resultados da biomassa microbiana pode ser explicada pelo fato da atividade microbiana depender da disponibilidade de matéria orgânica, aeração, umidade, temperatura, estrutura, textura, nutrientes, pH e presença de microrganismos parasitas e antagonistas no solo. No entanto, a biomassa microbiana poderá aumentar rapidamente, ainda que os níveis de C orgânico permaneçam inalterados, quando da adição de matéria orgânica de boa qualidade. Como a biomassa microbiana é influenciada pelo teor de argila do solo, por meio do aumento da adsorção de compostos orgânicos e nutrientes (Smith & Paul, 1990), os resultados obtidos neste trabalho podem ter sofrido essa influência, por causa do elevado teor de argila do solo (770 g dm⁻³), que pode ter induzido uma maior imobilização do C e N pela biomassa microbiana.

TABELA 1 – Teores de C microbiano (µgC g solo⁻¹), C orgânico total (g kg⁻¹) e da relação C microbiano/C orgânico (%) em lavoura cafeeira no primeiro ano de transição agroecológica.

[Tratamentos]	C _{microbiano}		C _{orgânico}		C _{microbiano} /C _{orgânico} (%)
1	291,32	a	21,1	b	1,38
2	184,35	a	24,4	a	0,75
3	269,41	a	21,0	b	1,28
4	198,15	a	21,3	b	0,93
5	234,37	a	17,7	b	1,32
6	278,20	a	19,5	b	1,43
7	276,96	a	18,1	b	1,53
8	239,36	a	18,0	b	1,33
9	262,75	a	19,2	b	1,37
10	210,59	a	22,8	a	0,92
11	281,74	a	19,5	b	1,44
12	299,81	a	18,6	b	1,61
13	195,99	a	20,6	b	0,95
14	224,04	a	16,4	b	1,37
15	267,88	a	20,3	b	1,32
16	237,77	a	19,5	b	1,22
Média geral	247,04		18,0		1,24
[Convencional]	238,50	a	21,1	b	1,33

Valores seguidos da mesma letra minúscula da testemunha não diferem desta, estatisticamente, a 5%, segundo a proteção de Bonferroni. [Tratamentos]: 16 tratamentos de manejo orgânico.

A porcentagem de $C_{\text{microbiano}}$ em relação aos valores médios de $C_{\text{orgânico}}$ variaram de 0,75, no tratamento 2 a até 1,61 no tratamento 12, não estando de acordo com a porcentagem proposta por Jenkinson & Ladd (1981), que consideram normal que de 1% a 4% do carbono total do solo corresponda ao componente microbiano. A maioria dos tratamentos de manejo orgânico apresentou uma porcentagem dentro da normalidade, registrando uma média geral de 1,24; em comparação com a testemunha com 1,33. Segundo Anderson & Domsch (1989), a relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$ pode indicar se um solo está no estado de equilíbrio, perda ou acumulação de C. Pelos valores obtidos neste estudo, percebe-se que o Latossolo Vermelho distroférico da lavoura cafeeira experimental não se encontra em equilíbrio ecológico, devido aos baixos valores encontrados para a biomassa microbiana, C orgânico total e para a relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$. Possivelmente esse desequilíbrio ecológico foi gerado por perturbações sofridas devido ao manejo da lavoura cafeeira anterior à instalação do experimento, caracterizado por uma baixa entrada de matéria orgânica no agroecossistema. O período de avaliação de um ano foi insuficiente para detectar diferenças significativas entre os manejos orgânico e convencional do cafeeiro nas variáveis estudadas.

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA)

Em geral, os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* apresentaram maior número de espécies, 6, seguidos pelos gêneros *Entrophospora*, 1, *Scutellospora*, 1 e *Gigaspora*, 1 (Tabela 2). As espécies *Acaulospora scrobiculata* e *Entrophospora colombiana* representaram 72,5% da abundância total entre os tratamentos e a testemunha. A maioria dos fungos identificados na área experimental não foi de ocorrência comum entre os tratamentos de manejo orgânico e a testemunha. As espécies diferiram muito quanto à porcentagem de ocorrência, tendo, em todos os tratamentos de manejo orgânico, sido encontradas nove espécies de FMA no cafeeiro e duas espécies na testemunha convencional. As espécies *Acaulospora scrobiculata*, *Entrophospora colombiana*, *Glomus daiphenum* e *Gigaspora* sp. apresentaram maior predominância nos tratamentos de manejo orgânico e, na testemunha, foi verificada maior predominância de *E. colombiana*, seguida por *A. scrobiculata*. Portanto, foi encontrada, nos tratamentos orgânicos, uma maior diversidade biológica das populações de FMA em relação à testemunha.

Como a espécie *A. scrobiculata* apresenta elevada adaptabilidade ao manejo orgânico do cafeeiro (Theodoro, 2001), ela ocorreu com maior predominância nos tratamentos de manejo orgânico (Tabela 2). Theodoro et al. (2003) relataram a predominância de *A. scrobiculata* e *Glomus occultum* em cafezais manejados organicamente, enquanto que, em cafezais convencionais, ocorreram mais *Gigaspora* sp. e *Glomus* sp.

De acordo com Mader et al. (2002), bactérias e fungos agem de forma diferente nos cultivos orgânicos, livres do estresse provocado pelo uso de agrotóxicos e agroquímicos, sendo FMA, em especial, mais eficazes nesses sistemas. Entretanto, sistemas de manejo orgânico e convencional apresentaram resultados não significativos para a riqueza e composição de espécies de FMA na cultura do cafeeiro (Theodoro et al., 2003) e em citros (Focchi et al., 2004).

TABELA 2. Número e índice médio de ocorrência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares identificadas em todos os tratamentos de manejo orgânico e na testemunha.

Espécies	Tratamentos																I.M.O. (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		T
1. <i>Acaulospora scrobiculata</i>	7	24	25	12	3	--	10	9	16	15	--	9	--	22	43	67	10	34,5
2. <i>Acaulospora morrowae</i>	2	--	--	--	--	1	--	--	2	2	1	1	--	--	--	--	--	1,1
3. <i>Acaulospora</i> sp.	--	1	--	1	--	--	1	--	--	5	--	--	--	1	--	--	--	1,1
4. <i>Glomus</i> sp.	--	2	6	6	--	--	--	--	--	1	2	--	--	2	--	--	--	2,4
5. <i>Glomus clarum</i>	--	--	--	--	--	5	--	5	2	--	1	1	--	3	--	--	--	2,2
6. <i>Glomus daiphenum</i>	--	6	6	18	9	--	--	--	--	24	6	3	10	--	17	6	--	13,3
7. <i>Entrophospora colombiana</i>	--	42	--	24	--	--	23	22	33	--	12	3	63	16	14	13	17	35,8
8. <i>Scutellospora</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	--	--	6	--	--	--	--	1,3
9. <i>Gigaspora</i> sp	--	--	5	15	3	10	--	--	--	6	--	5	--	7	14	--	--	8,3
[N]	9	75	42	76	15	16	34	40	53	53	22	22	79	51	88	86	27	-
[S]	2	5	4	6	3	3	3	4	4	6	5	6	3	6	4	3	2	-

Onde: T = Testemunha (manejo convencional). [N]-número de indivíduos; [S] número de espécies. I.M.O. – índice médio de ocorrência.

Conclusões

- O período de avaliação de um ano foi insuficiente para detectar diferenças significativas entre os manejos orgânico e convencional do cafeeiro na biomassa microbiana.
- Nos tratamentos de manejo orgânico é maior a diversidade biológica das populações de fungos micorrízicos arbusculares.

Referências Bibliográficas

- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Ecologically based pest management: a key pathway to achieving agroecosystem health. In: NICHOLLS, C.I.; GARCIA, M.A.; ALTIERI, M.A. Curso de agroecologia, Workshop sobre agroecologia e desenvolvimento sustentável. Campinas: UNICAMP, 1999. v.2, n.6.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Ratio of microbial biomass carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, n.4, p.471-479, 1989.
- CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.53-60, set./out. 2001.
- COHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: J.Wiley, 1957. 617p.
- COLOZZI FILHO, A. et al. Alterações na biomassa microbiana do solo e em alguns de seus componentes, em função da adubação verde do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos**. Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000. p.1393-1395.
- CUNHA, R.L. da et al. Biomassa e atividade microbiana em Latossolo Vermelho Distroférico sob cafeeiro em sistema convencional e orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 31., 2005, Guarapari, ES. **Trabalhos Apresentados**. Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 2005. p.366-367.
- DIAS JÚNIOR, H.E. **Densidade e atividade microbiana em solo contaminado com metais pesados**. 1996. 82p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- FOCCHI, S.S. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de citros sob manejo convencional e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.469-476, maio 2004.
- FURTINI NETO, A.E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2001. 252p. (Curso de Especialização em Solos e Meio Ambiente).
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogene species extrated from soil by wetsieving and decanting. **Transaction British Mycological Society**, London, v.46, p.235-246, 1963.
- GUIMARÃES, P.T.G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.) **Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)**. Viçosa, MG:CFSEMG/UFV, 1999. p.289-302.
- INSTITUTO BIODINÂMICO. **Diretrizes para o padrão de qualidade orgânico Instituto Biodinâmico**. Botucatu, 2006. 87p. Disponível em: <<http://www.ibd.com.br>>. Acesso em: 30 maio 2006.
- JENKINSON, E.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J.N. (Ed.) **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v.5, p.415-471.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- MADER, P. et al. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**. v.296, p.1694-1697, 2002.
- MATSON, P.A. et al. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v.277, p.504-509, 1997.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.
- SCHENCK, N.C.; PEREZ, Y. **Manual for identification of VA Mycorrhizal fungi**. Gainesville: INVAM/University of Florida, 1987. 245p.
- SHANNON, D.; SEN, A.A.M.; JOHNSON, D.B. A comparative study of the microbiology of soils managed under organic and conventional regimes. **Soil Use and Management**, v.18, p.274-283, 2002.
- SMITH, J.L.; PAUL, E.A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.M.; STOTZKY, G. (Ed.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1990. v.6, p.357-396.
- THEODORO, V.C.A. de. et al. Carbono da biomassa microbiana e micorriza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.25, n.1, p.147-153, 2003.
- THEODORO, V.C.A. de. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- THEODORO, V.C.A. de. **Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico**. Lavras: UFLA, 2006. 142p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.