

ELIFAS NUNES DE ALCÂNTARA

**EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) SOBRE A
QUALIDADE DE UM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO.**

**Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Doutorado em Agronomia, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção
do título de "Doutor".**

Orientador:

Prof. Mozart Martins Ferreira

**Lavras
Minas Gerais - Brasil
1997**

A memória de meus pais Geraldo e Coracy, pela saudade deixada e pela felicidade não compartilhada. À minha esposa Maria das Graças, minhas filhas Juciára, Jéssica e Juliana, pela compreensão e dedicação dispensada.

DEDICO

Ao Prof Jeziel Cardoso Freire pela orientação inicial e apoio ao projeto de pesquisa.

HOMENAGEM PÓSTUMA

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e à Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela oportunidade concedida para a realização deste curso,

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo;

À FAPEMIG, pelo suporte financeiro concedido no período de 1990 a 1994;

Ao professor Mozart Martins Ferreira, pela orientação segura, correção dos textos, amizade e boa convivência;

Aos Professores Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Rubens José Guimarães e Francisval de Melo Carvalho, pelo apoio e sugestões apresentados;

Aos Pesquisadores Paulo Tácito Gontijo Guimarães, João Baptista da Silva, Gabriel Ferreira Bartholo, Paulo Rebelles Reis e Tatiana Grossi Chquiloff Vieira e Francisco Dias Nogueira, pelo estímulo e apoio apresentados;

A Sra. Maria Gabriela de Abreu e Srta. Rozane Aparecida da Silva, pelas sugestões e colaboração, a Sra. Marisa Fortes Ribeiro pela revisão lingüística;

Aos técnicos agrícolas Jarir Guedes de Carvalho, Homero Gomes Lemos, Heitor Pereira Xavier e Juracy Jr. de Oliveira que nos auxiliaram na instalação, condução do experimento e coleta dos dados;

Aos Srs. Delanne Ribeiro e Jairo Lima Jr. e Sra. Elaise B.S. de O. Sales pelo auxílio nas análises de laboratório;

À todas as pessoas que, no decorrer do curso de doutorado, contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	viii
Lista de figuras.....	xii
Resumo.....	xiv
Abstract.....	xvi
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 CAPÍTULO I - EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFEEIRO (<i>Coffea arabica</i> L.) SOBRE OS INDICADORES FÍSICOS DE QUALIDADE DE UM LATOSSOLO ROXO DÍSTROFICO.....	03
2.1 RESUMO.....	03
2.1.1 ABSTRACT.....	05
2.2 INTRODUÇÃO.....	07
2.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	08
2.4 MATERIAL E METODOS.....	12
2.4.1 Localização da <i>área</i> experimental	12
2.4.2 Delineamento experimental.....	13
2.4.3 Controle de plantas daninhas.....	15
2.4.4 Indicadores físicos avaliados.....	17
2.4.4.1 Densidade do solo (Ds)	17
2.4.4.2 Densidade de partículas (Dp)	18
2.4.4.3 Porosidade do solo ou volume total de poros (VTP).....	18
2.4.4.4 Estabilidade de agregados..(EA).....	18
2.4.4.5 Argila dispersa em água (ADA).....	19
2.4.4.6 Teor de matéria orgânica (MO)	19
2.5 Resultados e discussão.....	20

2.5.1	Teor de matéria orgânica	20
2.5.2	Densidade do solo	25
2.5.3	Porosidade do total	30
2.5.4	Estabilidade de agregados	36
2.5.5	Argila dispersa em água	41
2.5.6	Correlações entre teor de matéria orgânica e demais indicadores físicos de qualidade do solo	44
2.6	Conclusões	48
3	CAPÍTULO II - EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFEEIRO (<i>Coffea arabica</i> L.) SOBRE OS INDICADORES QUÍMICOS DE QUALIDADE DE UM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO	50
3.1	RESUMO	50
3.1.1	ABSTRACT	52
3.2	INTRODUÇÃO	53
3.3	REVISÃO DE LITERATURA	54
3.4	MATERIAL E METODOS	58
3.4.1	Localização e descrição da área experimental	58
3.4.2	Condução da lavoura	58
3.4.3	Delineamento experimental	59
3.4.4	Amostragem	61
3.4.5	Análises químicas	61
3.4.6	Análises estatísticas	62
3.5	Resultados e discussão	63
3.5.1	Matéria orgânica (MO)	63
3.5.2	Acidez do solo e seus componentes (pH, Al, H+ AL m)	63
3.5.3	P, K, Ca + Mg, Ca, Mg e soma de bases (S)	70
3.5.4	CTC efetiva (t), e a pH 7 (T) e saturação de bases (V)	79
3.5.5	Correlações entre a matéria orgânica e os indicadores químicos de qualidade do solo	84
3.5.5.1	Correlações entre a MO e pH	84
3.5.5.2	Correlações entre a MO e componentes da acidez	86

3.5.5.3	Correlações entre a MO e os teores de P, K, Ca+Mg,, Ca, Mg soma de bases (S)	89
3.5.5.4	Correlações entre a MO e CTC efetiva (t) e a pH 7 (T) e índice de saturação de bases (V).....	94
3.6	CONCLUSÕES	98
4.0	CAPÍTULO III EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CAFEIROS (<i>Coffea arabica</i> L.) INSTALADOS EM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO.....	100
4.1	RESUMO	100
4.1.1	ABSTRACT.....	101
4.2	INTRODUÇÃO.....	102
4.3	REVISÃO DE LITERATURA.....	103
4.4	MATERIAL E METODOS	106
4.4.1	Localização e caracterização da área experimental	106
4.4.2	Condução da lavoura.....	106
4.4.3	Delineamento experimental.....	107
4.5	Resultados e discussão.....	108
4.6	Conclusões.....	113
5.0	Considerações finais.....	114
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
	Apêndice	127

LISTA DE TABELAS

		Página
Capítulo 1	Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre os indicadores físicos de qualidade de um LRd.	03
Tabela 1	Tratamentos utilizados no estudo “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre os indicadores físicos de qualidade de um LRd”. Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	13
Tabela 2	Quadro básico de “ANOVA” das propriedades físicas analisadas. S. Sebastião do Paraíso, MG, 1997.....	15
Tabela 3	Teor de matéria orgânica (%) na profundidade de 0 a 15 cm de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	23
Tabela 4	Teor de matéria orgânica (%) na camada de 15 a 30 cm de um LRd sob cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	24
Tabela 5	Médias da densidade do solo, na profundidade de 0 a 15 cm, de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.	28
Tabela 6	Médias da densidade do solo, na profundidade de 15 a 30cm, de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.	29
Tabela 7	Médias do volume total de poros, na profundidade de 0 a 15 cm, de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.	33
Tabela 8	Médias do volume total de poros, na profundidade de 15 a 30 cm, de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997..	34
Tabela 9	Diâmetro médio geométrico (DMG) da camada de 0 a 15 cm sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	38
Tabela 10	Diâmetro médio geométrico, camada, 15 a 30 cm de um LRd cultivado com cafeeiros submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, PAMIG, 1997.	39

Tabela 11	Médias de argila dispersa em água na camada de 0 a 15 cm de um LRd sob cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	42
Tabela 12	Médias de argila dispersa em água na camada de 15 a 30 cm de um LRd sob cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	43
Tabela 13	Coefficiente de correlação, matéria orgânica e Ds, VTP, EA, e ADA, camada de 0 a 15 cm de um LRd, com cafeeiros sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	47
Tabela 14	Coefficiente de correlação, matéria orgânica e Ds, VTP, EA, e ADA na camada de 15 a 30 cm de um LR d, com cafeeiros, sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	47
Capítulo 2	Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre os indicadores químicos de qualidade de um LRd	50
Tabela 15	Tratamento do experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas M cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre os indicadores químicos de qualidade de um LRd	60
Tabela 16	Quadro de análise de variância, “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre os indicadores químicos da qualidade” de um solo cultivado com cafeeiros. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997	62
Tabela 17	Valores de pH do solo na camada de 0 a 15 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG	66
Tabela 18	Valores de pH do solo M camada de 15 a 30 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG.....	66
Tabela 19	Acidez potencial (H+Al) na camada de 0 a 15 cm, em função de tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.	67
Tabela 20	Acidez potencial (H+Al) na camada de 15 a 30 cm, em função dos tratamentos e dos biênios,. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.	67
Tabela 21	Teores de Al M camada de 0 a 15 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.....	68
Tabela 22	Teores de Al na camada de 15 a 30 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.....	68
Tabela 23	Saturação por alumínio (m) na camada de 0 a 15 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.....	69
Tabela 25	Teores de P na camada de 0 a 15 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997	71
Tabela 26	Teores de P na camada de 15 a 30 cm, em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.....	72

Tabela 27	Teores de K na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	73
Tabela 28	Teores de K na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	74
Tabela 29	Teores de Ca+Mg na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	74
Tabela 30	Teores de Ca+Mg na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	75
Tabela 31	Teores de Ca na camada de 0 a 15 cm , em função de tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	75
Tabela 32	Teores de Ca na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	76
Tabela 33	Teores de Mg na camada de 0 a 15 cm , função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	76
Tabela 34	Teores de Mg na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	77
Tabela 35	Soma de bases (S) na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	77
Tabela 36	Soma de bases (S) na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	78
Tabela 37	CTC efetiva (t) na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	80
Tabela 38	CTC efetiva (t) na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	81
Tabela 39	CTC a pH 7 (T) na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	81
Tabela 40	CTC a pH 7 (T) na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	82
Tabela 41	Saturação de bases (V) na camada de 0 a 15 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	82
Tabela 42	Saturação de bases (V) na camada de 15 a 30 cm , em função dos tratamentos e dos biênios. São Sebastião do Paraíso , EPAMIG, 1997.....	83
Tabela 43	Correlações entre a MO e o pH, acidez potencial (H+Al), teor de alumínio (Al) e índice de saturação por alumínio (m), nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm	87
Tabela 44	Correlações, MO e os nutrientes, P, K, Ca+Mg, Ca e Mg, camadas 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm	89

Tabela 45	Correlações entre a MO e os índices soma de bases (S), CTC efetiva (t), CTC a pH 7 (T), e saturação por bases (M), nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30	95
Capítulo 3	Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, sobre a produção de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) instalados em Latossolo Roxo distrófico ,	100
Tabela 46	Tratamentos do estudo “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) em LR distrófico ”. Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	107
Tabela 47	Produção dos biênios 78/79 a 94/95 e de 1996, em sacas de café beneficiado por ha “Efeito de diferentes métodos de controle de P.D. sobre a produção de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) em Latossolo Roxo distrófico ”. São Sebastião do Paraíso , MG, EPAMIG, 1997.....	111
Tabela 48	N” de operações , custo de capinas em reais (R\$), em cafeeiros, do experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de P.D. sobre a produção de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) instalados em LRd”. São Sebastião do Paraíso .MG, EPAMIG, 1997.....	113
Apêndice		
Tabela 1 A	Resumo da análise de variância do teor de MO nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm.	127
Tabela 2 A	Resumo da análise de variância da (EA) nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm	128
Tabela 3 A	Resumo da análise de variância da ADA nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm	128
Tabela 4 A	Resumo da análise de variância da Ds e VTP nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm	129
Tabela 5 A	Resumo da análise de variância dos fatores pH e P nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm.	129
Tabela 6 A	Resumo da análise de variância dos fatores K e Ca+Mg nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm	130
Tabela 7 A	Resumo da análise de variância do fatore Al nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm	130
Tabela 8 A	Resumo da análise de variância dos fatores Ca e Mg nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm.	131
Tabela 9 A	Resumo da análise de variância dos fatores H + Al e S nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm.	131
Tabela 10 A	Resumo da análise de variância dos fatores t e T nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm ..	132
Tabela 11 A	Resumo da análise de variância dos fatores m e V nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 m .	132
Tabela 12 A	Resumo da análise de variância da produção dos cafeeiros. S. S. do Paraíso , MG, EPAMIG, 1997.....	132

LISTA DE FIGURAS

		Página
CAPÍTULO 1	Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas m cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre os indicadores físicos de qualidade de um LR distrófico.	03
FIGURA 1	Detalhe da parcela experimental do ensaio “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre a qualidade de um LRd”.	14
FIGURA 2	Vista de uma na com aplicação de herbicida de pós emergência e com áreas trilhadas	15
FIGURA 3	Ds de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas, camada de 0 a 15 cm . São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.....	26
FIGURA 4	Ds de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas, camada de 15 a 30 cm . São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997 ...	27
FIGURA 5	VTP de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas, camada 0 a 15cm. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997	30
FIGURA 6	VTP de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas, camada 15 a 30cm . São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997	31
FIGURA 7	Correlação entre Ds x VTP, camada 0 - 15, dados de 1978 . Sebastião do Paraíso, MG.....	35
FIGURA 8	Correlação Ds x VTP, camada 0 - 15 cm , dados de 1995. São Sebastião do Paraíso, MG....	35
FIGURA 9	Correlação Ds x VTP, camada 15 - 30 cm dados de 1978. São Sebastião do Paraíso, MG...	35
FIGURA 10	Correlação Ds x VTP, camada 15 - 30 cm dados de 1995. São Sebastião do Paraíso , MG...	36
FIGURA 11	Enmestamento superficial observado no tratamento com herbicida de pré- emergência. São Sebastião do Paraíso - MG. EPAMIG, 1997.	36
FIGURA 12	Evolução da estabilidade dos agregados, expressa em DMG, m camada de 0 a 15 cm, de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, MG, 1997.....	39
FIGURA 13	Evolução da estabilidade dos agregados, expressa em DMG m camada de 15 a 30 cm, de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso. MG, EPAMIG, 1997.	40
Capítulo 2	Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre os indicadores químicos de qualidade de um LR distrófico.....	50

FIGURA 14	Relação entre os teores de matéria orgânica e os valores de pH, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	85
FIGURA 15	Relação entre o teor de matéria orgânica e os valores da acidez potencial nas camadas de 0 a 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função dos métodos de controle de plantas daninhas (B), do LRd cultivado com cafeeiros. EPAMIG, São Sebastião do Paraíso, MG 1977.....	86
FIGURA 16	Relação entre o teor de matéria orgânica o teor de Al, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG.....	87
FIGURA 17	Relação entre o teor de matéria orgânica e índice de saturação por Al, (m) nas camadas de 0 - 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	88
FIGURA 18	Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de P, nas camadas de 0 - 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	90
FIGURA 19	Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de K, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	90
FIGURA 20	Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Ca + Mg, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	91
FIGURA 21	Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Ca, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	91
FIGURA 22	Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Mg, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	92
FIGURA 23	Relação entre o teor de matéria orgânica e os valores de soma de bases (S), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	92
FIGURA 24	Relação entre o teor de matéria orgânica e a CTC efetiva (t), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	96
FIGURA 25	Relação entre o teor de matéria orgânica e a CTC a pH 7 (T), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	96
FIGURA 26	Relação entre o teor de matéria orgânica e o índice de saturação por bases (V), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.....	97

RESUMO

ALCÂNTARA, Elifás Nunes de. Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um Latossolo **Roxo distrófico**. Lavras: UFLA, 1997. 133 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).

Em um experimento instalado com cafeeiro 'Catuaí Vermelho', plantado no espaçamento 4x1m em setembro de 1977, em área de LRd, na Fazenda Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso - MG, foram estudados os efeitos de vários métodos de controle de plantas daninhas sobre alguns indicadores de qualidade do solo, a partir de 1977 até 1996. Na análise dos indicadores físicos o experimento constou de oito tratamentos. Para as análises dos indicadores químicos e de produção foram utilizados sete tratamentos, todos com três repetições em blocos casualizados, envolvendo um total de 2268 covas. Para as análises dos indicadores físicos, foram utilizados oito tratamentos os quais constaram de roçadeira (RÇ), grade (GR), enxada rotativa (RT), herbicida de pós-emergência (HC), herbicida de pré-emergência (HR), capina manual (CM) e testemunha sem capina (SC) a uma testemunha natural solo de mata (MT). Para os estudos dos indicadores químicos e produção os mesmos tratamentos descritos acima foram utilizados, com exceção da testemunha natural (MT). Entre os indicadores físicos, avaliou-se, nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm de solo, a densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), volume total de poros (VTP), estabilidade de agregados (EA) expressa em diâmetro médio geométrico (DMG), argila dispersa em água (ADA) e teor de matéria orgânica (MO). Entre os indicadores químicos

foram avaliados o pH, os teores de P, K, Ca, Mg, Al, acidez potencial, saturação por Al, CTC e índice de saturação de bases, além da produção em sacas de café beneficiado/ha. Após 18 anos foi observado que o tratamento SC aumentou o teor de MO em 85% e 75 % nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30cm, respectivamente. O aumento da MO afetou consequentemente outros parâmetros. Diminuiu a Ds, o teor de Al e a saturação por Al; aumentou a porosidade, a estabilidade dos agregados em água (EA), o pH, os teores de P, K, Ca, Mg, CTC, o índice de saturação de bases (V). O uso de HR, entretanto, mostrou efeito oposto à SC, apresentando no período o menor teor de MO, uma alta Ds, baixa porosidade e menor EA, além de permitir a formação de encrostamento superficial e de apresentar uma baixa ADA, indicando uma alta dispersão seguida de processo erosivo. Quimicamente o tratamento HR aumentou o teor de Al, a acidez potencial e a saturação por Al. Diminuiu o pH, o teor de P, K, Ca, Mg e CTC e o índice de saturação de bases (V). O tratamento RT formou na camada de 15 a 30 cm uma camada adensada denominada “pan”. A melhoria na qualidade do solo, expressa pelos atributos físicos e químicos, observada na SC, não refletiu em ganho no rendimento em sacas beneficiada/ha. Entretanto, verificou-se que a diferença média de rendimento entre o HR (tratamento mais produtivo) e a testemunha SC foi de apenas 2,96 sacas beneficiada/ha. Esta diferença em sacas beneficiadas foi parcialmente compensada pelo menor custo de manejo do tratamento sem capina, que foi apenas trilhado, com melhoria de qualidade do solo.

ABSTRACT

COFFEE CROP DIFFERENT WEED CONTROL METHOD EFFECTS ON SOIL QUALITY OF A PURPLE OXISOL, IN SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO MG, EPAMIG.

One experiment was installed in September 1977, at coffee tree area with Catuaí Vermelho cultivar planted in 4 by 1 m row spacing in a dystrophic purple Oxisol area, at São Sebastião do Paraíso - MG, to study several weed control method effects on some soil chemical and physical indicators of soil quality as well as the yield. To study physical indicator eight treatments were used and to study chemical indicators and yield, seven treatments were used, all of them with three replications in randomized block design involving 2268 plants. Treatments for physical indicator studies were mower (MW), coffee tandem disk harrow (TD), rotary tiller (RT), post (CH) and pre-emergency herbicide (RH) application, hand hoe (HH) no weed control (NC), were applied in plots with 108 plants at central part of coffee trees interrows, plus a natural check collected in the same soil type from virgin forest close to experimental area (VF). For chemical indicators and yield studies all treatments above were used, except (VF). Soil bulk density (BD), total porosity (TP), water aggregate stability (WAS) expressed in geometric mean diameter, water clay dispersion (WCD) and organic matter (OM) as physical indicators and P, K, Ca, Mg and Al contents, bases sum (S), pH, effective acidity (H+Al), Al saturation (m), effective CTC and at pH 7 and bases saturation index as chemical indicators were evaluated from 1978 to 1995 in 0 -15 cm and 15 - 30 cm layers After 18 years the results showed 85% and 75% OM increasing at NC plot, respectively 0 -15 cm and 15 -30 cm layer, and no OM addition at RH treatment. The OM increase at NC plots, caused a decrease in BD, increase in TP, and WAS at

both layers, and opposite results at RH treatment. At the RH area, a superficial seal was formed. RT use, formed a hard pan layer with higher BD and lower TP. The WAS at NC in superficial layer, due to its OM content was higher than RH. RH treatment, presented the lowest WDC indicating greater clay dispersion and superficial erosion than other weed control methods. The RT, other weed control method, formed a hard **pan** at 15 to 30 cm layer. NC treatment, improved all chemical indicators. NC increased pH, decreased Al content and Al saturation index, improved P, K, Ca, Mg content, CTC and bases saturation index, in both soil layers. RH increased Al saturation, potential acidity, decreased pH, and presented the lowest P, K, Ca and Mg contents, CTC as well as base saturation index. RT treatment presented small P content at superficial layer and greater at the deeper layer. Coffee yield did not reflect the soil quality **gain**, observed in chemical and physical conditions at NC and MW treatments. There was a yield difference of 2,96 coffee bags/ha from higher yield plot (RH) to NC treatment. The low yield in NC treatment was partially balanced by the low management cost resulting a soil quality improvement satisfying a sustainability conditions.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Tem surgido, nos últimos anos, uma crescente consciência ecológica sobre a qualidade do solo. Qualidade do solo é um conceito emergente que integra avaliações descritivas e analíticas das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (Kennedy e Papendick, 1995). É em outras palavras, de acordo com Steinhardt (1995), é uma nova abordagem de princípios que envolvem idéias antigas, pois hoje se reconhece que as propriedades do solo são tão vulneráveis à degradação quanto o ar e a água (Karlen, Eash e Unger, 1992).

Tem-se demonstrado que as diversas práticas de manejo do solo podem afetar praticamente todas as propriedades do solo. Estas alterações que afetam a qualidade do solo, são referentes às condições químicas, físicas e biológicas. Quando o manejo é inadequado, estudos de longa duração têm demonstrado que ocorre inevitavelmente um decréscimo no teor de matéria orgânica.

A matéria orgânica do solo é reconhecida pela sua influência nas propriedades químicas, físicas e biológicas, como responsável pela sua sustentabilidade. Este é o princípio que visa conciliar o crescimento em produtividade com preocupações ambientais (Cox, 1995), através da busca do equilíbrio entre as exigências das culturas e os recursos do solo, pelo uso de convenientes técnicas de manejo do solo (Lal e Pierce, 1991).

Entre as técnicas de manejo, o controle de forma correta das plantas daninhas assume um papel de importância pela possibilidade de conferir melhorias em sua qualidade conferindo-lhe

condições de sustentabilidade. O uso de técnicas, como o plantio direto em culturas anuais, envolve o controle de invasoras sem o revolvimento do solo, o que contribui para aumentar o teor de matéria orgânica e conseqüentemente para restaurar e conservar suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

Também na cultura do cafeeiro, tem sido levantada a necessidade do uso de um sistema integrado de controle de plantas daninhas, combinando um cultivo reduzido e o uso de cobertura morta. Esta alternativa, contudo, ainda não foi implementada, devido à sua impraticabilidade em lavouras extensas, aliada ao custo de transporte e produção desta cobertura morta.

Tradicionalmente utilizam-se implementos como a grade e a enxada rotativa, que podem afetar principalmente as propriedades físicas do solo. Outras técnicas disponíveis de manejo de invasoras podem contribuir para o aumento do teor de matéria orgânica do solo, com a conseqüente melhoria em suas propriedades. Contudo, a interação de uso destes métodos não tem sido implementada a longo prazo. No presente estudo, procurou-se avaliar o efeito do uso de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Roxo distrófico - LRd, bem como sobre a sua produção no período de 1978 a 1996.

2 CAPÍTULO I

EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) SOBRE OS INDICADORES FÍSICOS DE QUALIDADE DE UM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO.

2.1 RESUMO

Em setembro de 1977, em uma área com cafeeiros da cultivar “Catuaí Vermelho” LCH 2077-2-5-99, plantados em 1974 no espaçamento 4x1m, em um Latossolo Roxo distrófico, da Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso - MG, foi estudado o efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre alguns indicadores físicos de qualidade do solo. A densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), volume total de poros (VTP), estabilidade de agregados expressa em diâmetro médio geométrico (DMG), argila dispersa em água (ADA) e teor de matéria orgânica (MO), foram avaliados a partir de 1978 até 1995 nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm de solo. O experimento delineado em blocos casualizados com três repetições constou de oito tratamentos envolvendo 2.268 covas. Os tratamentos constaram de roçadeira (RÇ), grade (GR), enxada rotativa (RT), herbicida de pós-emergência (HC), herbicida de pré-emergência (HR), capina manual (CM), testemunha sem capina (SC) e de uma testemunha natural, mata (MT) de uma área de Latossolo Roxo, adjacente à Fazenda Experimental, utilizada para comparar suas características físicas com aquelas em teste nos

diferentes sistemas de manejo propostos dentro da lavoura. Os tratamentos foram aplicados nas “ruas” de cafeeiro, em parcelas com **108** covas, sendo que a área sob a projeção da copa, ou seja, “saia” foi mantida livre de infestação através de trilha. Após **18** anos de observações, os resultados mostraram um acréscimo de **85%** e **75%** nos teores de MO no tratamento SC, nas camadas de 0 a 15 e 15 a **30** cm, respectivamente e nenhum aumento no tratamento HR mantido constantemente limpo. A roçadeira (RÇ), grade (GR), a rotativa, (RT), o herbicida de pós-emergência (HC) e a capina manual (CM) aumentaram seus teores de MO, em níveis de **38** a **50%**, mas não mostraram diferenças entre eles, sugerindo a necessidade de maior período de observação e condução para a detecção de diferenças. Os acréscimos nos teores de MO no solo, no tratamento sem capina, diminuíram a Ds, aumentaram a VTP e a (DMG), ao passo que no tratamento HR foi verificado um efeito inverso. Na área com o tratamento HR, formou-se um forte encrostamento superficial. A RT se destacou por formar uma camada compactada na camada subsuperficial (15 a 30 cm) com maior Ds e menor VTP. A estabilidade dos agregados na camada superficial foi mais elevada, no tratamento SC (2,42 mm), superior ao valor observado na mata (2,28mm) e na RÇ (2,20mm), e menor no tratamento HR, devido aos menores teores de MO. Os menores teores de ADA (**10,13%**), observado no tratamento HR, sugerem uma maior dispersão das argilas e erosão superficial. Os resultados indicam que o tratamento SC apresenta-se como o sistema de maior sustentabilidade, pelos seus efeitos benéficos sobre características físicas, seguido pelo uso da RÇ, embora esta apresente o inconveniente excesso de operações durante o período chuvoso. O HR aplicado na área total mostrou-se inadequado por apresentar maior Ds, menor porosidade, e menor teor de ADA, sugerindo efeito de maior dispersão, menor EA, indicando erosão superficial, que pode ter, como causas principais, a falta de adição e

reciclagem da MO que se constitui no pilar da melhoria da qualidade do solo, além do efeito devido à dispersão pelo uso de herbicida de natureza básica.

2.1.1 ABSTRACT

One experiment was installed in September 1977, at a coffee tree area with “Catuaí Vermelho” cultivar planted in 4 by 1 m row spacing in a dystrophic purple Oxisol area, at São Sebastião do Paraíso - MG, to study several weed control method effects on some soil physical parameters. Soil bulk density (BD), total porosity (TP), water aggregate stability (WAS) expressed in geometric mean diameter (GMD), water clay dispersion (WCD) and organic matter (OM) were evaluated from 1978 to 1995 in 0 -15 cm and 15 - 30 cm soil layers. The experiment had eight treatments and three replications in randomized block design involving 2268 plants. Treatments were mower (MW), coffee tandem disk harrow (TD), rotary tiller (RT), post (CH) and pre-emergency herbicide (RH) application, hand hoe (HH) no weed control (NC) and one natural check, a native forest on purple Oxisol close to experimental station, used to compare physical properties evolution effects under weed control methods. The treatments were applied in plots with 108 plants at central part of coffee trees interrows. The area under canopy, at branch projection was kept free of weeds during all time. After 18 years the results showed 85% and 75% OM increasing at NC plot, respectively 0 -15 cm and 15 -30 cm layer, and no OM addition at RH treatment. MW, TD, RT, CH, and HH presented 38% to 50% OM increase, without showing any significant difference among them, suggesting the need of longer studies for difference observations. The increase in OM at NC plots, caused a decrease in BD, increase in TP, and WAS at both layers, and opposite results was observed at RH treatment. At the RH area,

a superficial seal was formed due to uncovered soil surface. In the deeper layer there were less intensive effects, but RT use, formed a hard pan layer with higher BD and lower TP. The WAS at NC in superficial layer, was higher (2.42 mm) than the MW (2.20 mm), in the forest area check (2.28 mm) and RH treatment showed the lowest due to its small OM content. The smallest WDC (10,13%) observed at RH as compared to other treatments indicated greater clay dispersion and superficial erosion than other weed control methods, due to its small WAS. The results indicated the NC as the greatest sustainability system, due to its beneficial effects on soil physical properties, followed by MW, although the high use of this treatment during the rain season may partially reduce beneficial results. RH applied on all area showed inadequate by its greater BD, lower TP, superficial seal formation, and small WDC content, indicating greater clay dispersion and erosion, which main cause is the lack of OM addition and recycling in soil, that is the sustainability and soil quality improvement keys, besides its effects on clay dispersion due to application of herbicides with the characteristic of a weak base (ametryn and simazine).

2.2 INTRODUÇÃO

A degradação do solo nos ecossistemas agrários tem se tomado evidente, sendo causada pelo manejo inadequado que afeta as várias propriedades naturais do solo, incluindo o seu teor de matéria orgânica.

A presença da matéria orgânica no solo tem sido reconhecida como a chave da sustentabilidade, pelas suas inúmeras influências benéficas e essenciais, nas mais diferentes propriedades do solo, e a sua falta, além de outros fatores, contribui diretamente para a degradação, refletindo conseqüentemente na qualidade do solo (Stevenson, **1986**).

Em culturas anuais, tem sido comprovado que a adoção do plantio direto tem controlado a erosão, protegido a superfície do solo contra o encrostamento superficial, elevado o teor de matéria orgânica no solo, que atua como agente cimentante na agregação e formação de sua estrutura, melhorando a capacidade de infiltração e de retenção de água, diminuindo o adensamento, aumentando a porosidade, reciclando os nutrientes para as plantas e conseqüentemente melhorando a produtividade das lavouras.

Entre as diversas técnicas de manejo, o controle de plantas daninhas se destaca como uma das mais importantes operações culturais nas lavouras, pois constitui-se em **uma** operação necessária e fundamental para se obter um resultado positivo na produção, seja em culturas anuais ou perenes.

O manejo das plantas daninhas em lavouras de café tem sido, tradicionalmente, realizado através de técnicas manuais, mecânicas e químicas, sem uma preocupação conservacionista ou sem uma avaliação crítica de seus efeitos sobre as suas propriedades físicas. Um sistema de controle de plantas daninhas em cafeeiros, que permitisse uma melhoria destas

propriedades, foi proposto por Awatramani (1974), através do fornecimento de cobertura morta e matéria orgânica. A viabilidade de uso deste tipo de manejo tem sido questionada, devido a problemas, como o seu custo elevado, dificuldade de transporte, de topografia, da disponibilidade de mão-de-obra, etc.

Na cultura do cafeeiro, os efeitos dos atuais sistemas de controle de plantas daninhas sobre a qualidade e sustentabilidade do solo pelas alterações nas propriedades físicas, avaliadas ao longo dos anos, não têm sido satisfatoriamente estudados.

Em face disso, pretende-se avaliar, em um Latossolo Roxo distrófico cultivado com cafeeiros, a influência de métodos de controle de plantas daninhas sobre a evolução de seu teor de matéria orgânica, densidade do solo, porosidade total, estabilidade de agregados e argila dispersa em água, que são alguns dos indicadores físicos de qualidade do solo.

2.3 REVISÃO DE LITERATURA

Tendo em vista as crescentes preocupações com a depreciação ambiental, enfatizada já no início da década de 90, ressurgiu a idéia de qualidade do solo. A qualidade do solo sempre foi, em um passado não muito distante, avaliada pela quantidade e variedade de espécies de plantas e animais, encontradas em determinada área.

A necessidade de um ambiente e de uma agricultura sustentáveis tem redefinido dramaticamente a qualidade do solo, a qual se estende além dos critérios de produção agrícola segura, sadia e da qualidade da água (Romig et al., 1995). Modernamente, esta qualidade tem sido definida como a capacidade de produzir alimentos a longo prazo e de forma sustentável, e de

contribuir para o bem-estar dos seres vivos, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o meio ambiente (Par, *et al.*, 1992; Warkentin, 1995).

A degradação do solo resultante quase sempre resulta de manejo inadequado, que diminui o seu potencial produtivo, constituindo-se em grande ameaça para esta sustentabilidade agrícola e para a qualidade do meio (Lal, 1988, 1993; Reicosky *et al.*, 1995). Apesar disso, pouca atenção tem sido dada à degradação do solo ou à complexidade das interações existentes em ecossistemas agrários (Brown¹, Schneider², citados por Sindelar, Montagne e Kroos, 1995).

A sustentabilidade do solo de um solo agrícola somente ocorre quando a sua qualidade é mantida ou melhorada concomitantemente com a qualidade do ar, da água e dos alimentos. Ela pode ser avaliada através do estudo dos sistemas de manejo e dos meios básicos que avaliam a qualidade do solo (Doran e Parkin, 1994; Larson e Pierce, 1994). Estes meios básicos constituem os atributos deduzidos das características ou das observações indiretas como compactação, erodibilidade e fertilidade (SSSA³).

Os indicadores básicos de qualidade do solo devem ser sensíveis a variações em manejo e ao clima e possibilitar o monitoramento destas mudanças, pelas alterações no manejo que podem contribuir para sua melhoria (Doran e Parkin, 1994). Dentre os indicadores físicos, Karlen e Stott (1994) incluem a taxa de infiltração, a textura, o desenvolvimento radicular, a drenagem, a permeabilidade, além do clima, da topografia e das camadas restritivas. Outras características

¹ Brown, G.E. The critical challenges facing the *structure and function* of agricultural r h Journal of Produ. Agric. v.2, p. 295-298, 1986.

² Schneider, S.H. The whole earth dialogue: Problems of global change must benefit from truly interdisciplinary approaches. Issues in Sciences and Technology, National Academy of Sciences, v.4, n.3, p.93-99, 1988.

³ Soil Science Society of America. Glossary of soil science terms. SSSA, Madison, WI, Taylor, H.M., and E.E. Terrel, 1982, p. 185-200, In: Rehgigl, Jr. (ed) CRC handbook of agricultural productivity. v.1, CRC press, Boca Raton, FL

físicas, químicas e biológicas e interações entre elas também são relacionadas, como exemplos de critérios ou indicadores que podem ser usados para avaliar o solo (Karlen, Eash e Unger, 1992).

Esses autores relacionam o cultivo do solo como um indicador físico de qualidade o qual Karlen (1990) define como a condição física do solo descrita pela densidade do solo, porosidade, estrutura, aspereza, além da estabilidade dos agregados, relacionada a outros critérios como o transporte de água e de nutrientes, aeração, dissipação de calor, e outros fatores, como desenvolvimento de populações microbiológicas, microfauna, emergência das plântulas e facilidade de penetração de raízes no solo que contribuem para a sua avaliação,

Diversas práticas de cultivo têm demonstrado afetar diferencialmente as propriedades físicas do solo. Estas alterações podem contribuir para a depreciação ou para a sua melhoria qualitativa. Por exemplo, foi constatado que a densidade do solo, a porosidade, e a condutividade hidráulica foram afetadas por diversos sistemas de manejo (Anjos *et al.*, 1994).

O uso de gradagens permanentes em pomar de laranja reduziu o tamanho dos agregados e a agregação do solo, após 16 anos, além de formar uma camada compactada na profundidade de 10 a 15cm (Cintra *et al.*, 1983). Silveira & Kurachi (1981) demonstraram que houve uma redução nos valores percentuais do diâmetro médio dos agregados após quatro anos de uso da enxada rotativa em um Podzólico Vermelho - Amarelo. Bentley (1991) também registrou alterações na estrutura solo, devido ao tráfego de máquinas e a implementos de cultivo, que provocaram compactação, reduzindo o fluxo de água, retardando a drenagem, ou restringindo o crescimento radicular e a difusão de gases, o que afetou consequentemente o rendimento de colheita. O uso de herbicidas pré-emergentes induziu a formação de crostas superficiais, alterando as propriedades físicas do solo e reduzindo a velocidade de infiltração de água (Cintra *et al.*, 1983).

O sistema de plantio direto tem sido utilizado como uma alternativa válida na recuperação do potencial produtivo dos solos degradados ou em vias de se degradarem, pela melhoria de suas propriedades químicas e físicas. A literatura é farta em estudos que comprovam estas observações. Campos *et al.* (1995) e Eltz, Peixoto e Jaster (1989) verificaram que o plantio direto aumentou o diâmetro médio dos agregados em relação ao plantio convencional. Os restos culturais deixados sobre o solo reduzem ou eliminam o encrostamento superficial. Isso provoca o aumento da infiltração e reduz as perdas por erosão superficial, aumentando rendimento das culturas (Hubbard *et al.* 1994; Cassel, Raczkowski e Denton, 1995; Pikuł e Zuzel 1994; Arvidsson e Hakânsen, 1996).

Tem sido observado que o tráfego intenso de máquinas e implementos contraria, em parte, os efeitos positivos do plantio direto sobre a estrutura do solo, pois normalmente promove a compactação do solo, refletida pelo aumento da densidade do solo e da resistência à penetração nas camadas superficiais do solo (Mahboubi, Lal e Faussey, 1993; Vyn e Raimbault, 1993; Franzen, Lal, e Ehlers, 1994). Tendo em vista esses aspectos, Awatramani (1974) já enfatizava a necessidade de uso de um sistema integrado de controle de plantas daninhas, combinando um cultivo reduzido com o uso de herbicidas e utilizando, ocasionalmente, uma cobertura morta, pois o manejo inadequado e intensivo resulta em queda na produtividade, constituindo-se em um dos principais motivos de empobrecimento do agricultor em todo o mundo (Reicosky *et al.* 1995). Esses autores relatam ainda que estudos de longa duração mostraram que o cultivo tem sido a causa do decréscimo do teor de matéria orgânica do solo.

Dentre as práticas de manejo do solo, lista-se o controle de plantas daninhas como uma das que afetam indiretamente a qualidade do solo. Pela aplicação conveniente dos métodos de controle de plantas daninhas, tanto isolados como através da associação deles, pode-se retirar ou

acrescentar matéria orgânica ao solo, alterando as suas condições. Sabe-se que o teor de matéria orgânica no solo tem sido correlacionado com a maioria dos atributos do solo, incluindo-se os físicos, como um melhor controle da erosão. Tal fato ocorre pelo aumento da porosidade devido a melhoria na estrutura do solo e na estabilidade dos agregados e, também, na redução do adensamento do solo, o que possibilita uma maior capacidade de infiltração de água (Rasmussen e Collins, 1991; Reicosky *et al.*, 1995).

24 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Localização da área experimental

Em uma lavoura contendo 3500 covas, plantada em 1974, na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, MG, situada a 46 ° 55' W e 20 ° 55' S, com o espaçamento 4 x 1m, e a cultivar Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-99, foi instalado em setembro de 1977, um experimento utilizando 2268 covas.

A Fazenda Experimental, localizada a 890 metros de altitude, apresenta uma topografia suave-ondulada e a área experimental uma declividade média de 8%. O solo foi classificado como Latossolo Roxo distrófico, originalmente com vegetação de floresta tropical subperenifolia, transicional para cerrado, com 52% de argila, 36 % de areia, 12% de silte. A região apresenta precipitação média anual de 1470,4 mm, temperatura média anual de 20,8 ° C e temperatura média máxima de 27,6 ° C e a média mínima de 14,1°C.

2.4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de alguns métodos de controle de plantas daninhas, (Tabela 1), aplicados na parte central das entrelinhas de cada “rua” das parcelas, numa faixa com aproximadamente 1,20m de largura. As laterais das fileiras de cafeeiros uma área 0,80 m de largura na **projeção** da copa dos cafeeiros, “saia” foi mantida invariavelmente limpa, através de herbicidas de pré-emergência, de pós-emergência e capina manual, conforme detalhes na Figura 2.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no estudo ‘Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre os indicadores físicos de qualidade de um Latossolo Roxo distrófico’. Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Nº	Identificação do tratamento	
01	Roçadeira	RÇ
02	Grade	GR
03	Enxada rotativa	RT
04	Herbicida pós-emergência	HC
05	Herbicida pré emergência	HR
06	Capina manual	CM
07	Testemunha sem capina	SC
08	Testemunha natural (mata nativa)	MT

Cada parcela (tratamento) era formada por três “ruas”, entre três fileiras de cafeeiros, num total de 108 covas. As “ruas” laterais, juntamente com as duas fileiras de plantas laterais adjacentes a outros tratamentos, formavam as bordaduras, comuns aos tratamentos adjacentes,

conforme detalhes (Figura 1). As médias foram separadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

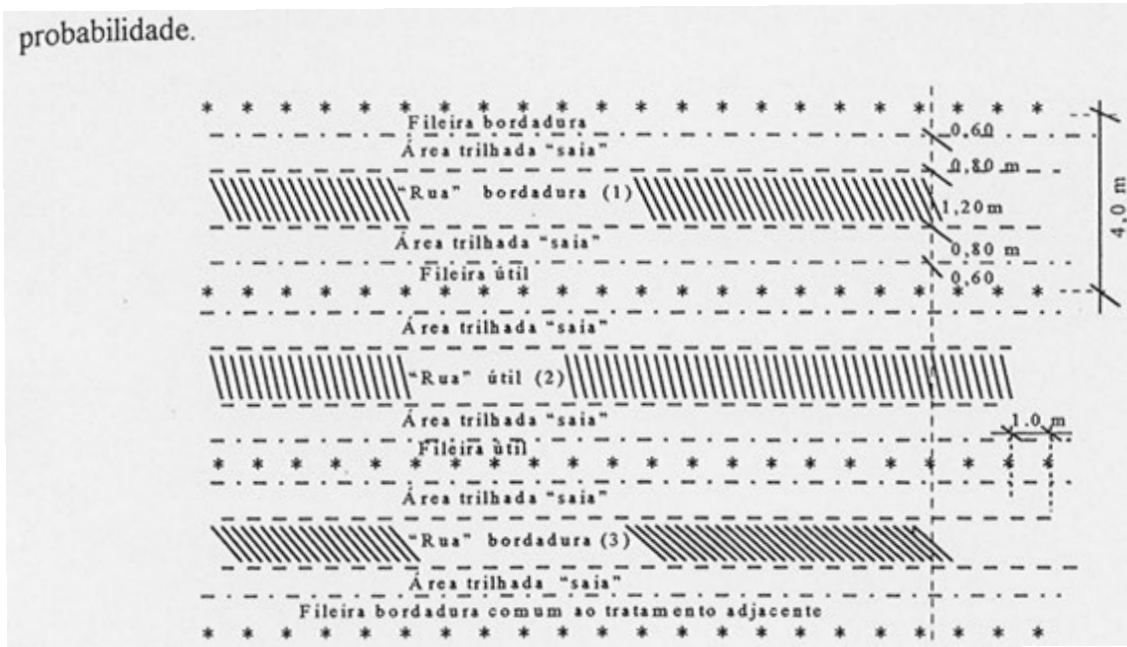


Figura 1. Detalhe da parcela experimental do estudo, "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre os indicadores de qualidade de um LRd". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

A Figura 2 mostra a vista parcial de uma parcela com a área das entrelinhas "rua", tratada com herbicida de pós-emergência, e áreas sob as copas "saia", tratadas com herbicida de pré-emergência. A aplicação dos tratamentos, roçadeira, grade e enxada rotativa, bem como os herbicidas de pré-emergência, de pós-emergência, e capina manual foi feita da mesma forma que é feita em uma lavoura comercial.

As testemunhas, em número de duas, consistiram de um tratamento sem capina, (sem controle de mato), "rua" e de uma área de solo semelhante (Latossolo Roxo), adjacente à Fazenda Experimental, de onde foram retiradas amostras para monitorar as alterações dos atributos físicos dentro da área experimental, devido às aplicações dos diversos tratamentos.

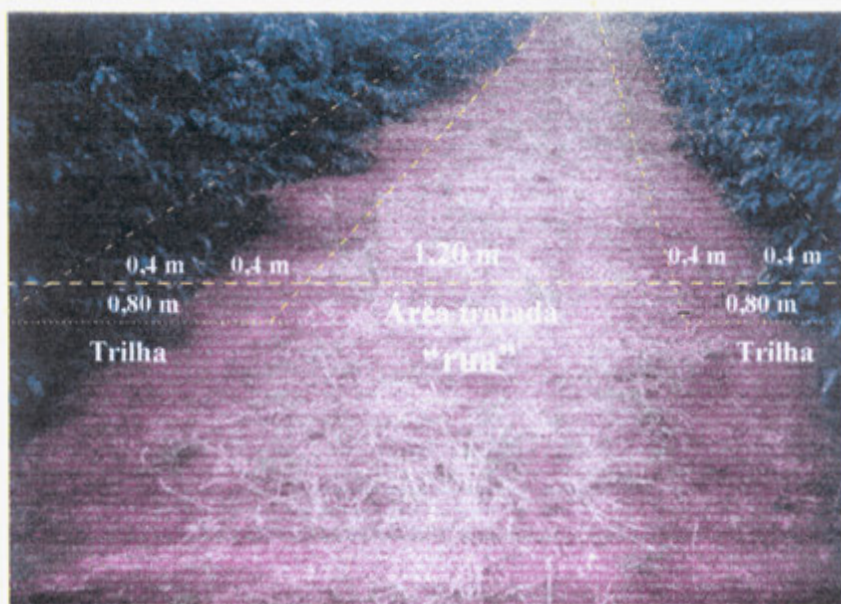


Figura 2. Vista de uma “rua” com aplicação de herbicida de pós-emergência e com áreas trilhadas. “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre os indicadores de qualidade de um LRd”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Tabela 2. Quadro básico de “ANOVA” das propriedades físicas analisadas. S. Sebastião do Paraíso, MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	2
Tratamento da rua (parcela)	7
Resíduo (a)	14
Parcelas	23
Biênios de amostragem	8
Repetição x Biênios de amostragem (resíduo b)	16
Tratamento x Biênios de amostragem	56
Resíduo (c)	112
Total	215

2.4.3 Controle de plantas daninhas

As principais espécies de plantas daninhas que ocorreram no início do período

experimental foram: capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch], predominante entre as gramíneas, e ainda, capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd), e capim-pé-de-galinha [*Eleusine indica* (L) Gaertn], predominante principalmente nos períodos secos. Dentre as dicotiledôneas, o picão-preto (*Bidens pilosa* L.), as guanxumas (*Sida* spp.) o caruru [*Amaranthus viridis* L e *A spinosus* L], beldroega (*Portulaca oleracea* L.), buva [*Erigeron bonariensis* L. ou *Conyza bonariensis* (L.) Cronq.], falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* DC) e picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.).

Para aplicação em pré-emergência, utilizou-se a mistura formulada dos herbicidas, ametryn (2-etilamino-4-isopropilamino-6-metil-1,3,5-triazina) + simazine (2-cloro-4,6-bis-etilamino-1,3,5-triazina) na base de 1.200g + 1.200g de i.a./ha, e posteriormente aplicou-se a nova formulação desta mistura, (1125g + 1125g i.a./ha). O volume de calda utilizado para aplicação dos herbicidas foi de 400 litros/ha.

Os herbicidas utilizados em pós-emergência, inicialmente, foram uma mistura de tanque de Paraquat [1,1'-dimetil-4,4'-bipiridílio ion (dicloreto)] + Diquat [1,1'-etileno-2,2'-bipiridílio ion (dibrometo)] na proporção de 200g + 200g ingrediente ativo (i.a.)/ha, respectivamente, aplicados quando as plantas daninhas atingiam a altura de 30 cm. Posteriormente a mistura foi substituída pelo glyphosate, N-(fosfonometil) glicina, que é um produto sistêmico, aplicado na dosagem de 0,72 a 1,44 litros do i.a. /ha e de acordo com a intensidade da infestação, de modo alternado com a mistura formulada de glyphosate + 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) a 160g + 120g/l, respectivamente por litro na dosagem de 640g + 480g do i.a./ha.

As operações mecânicas de controle, incluindo as capinas manuais, foram realizadas todas vezes que o crescimento das invasoras o exigiu. O número médio de operações, necessárias para manter a infestação de plantas daninhas em níveis satisfatórios e compatíveis com a

condução de uma lavoura comercial, durante o ano, foi: **5** operações com a roçadeira (RÇ) e capina manual (CM); 3 operações de gradagens (GR), passagens da enxada rotativa (RT) e aplicações dos herbicidas de pós-emergência (HC); as aplicações dos herbicidas de pré-emergência (HR) foram feitas duas vezes por ano. O número de operações de limpeza da saia ‘trilha’ foi em média de 5 vezes por ano.

2.4.4 Indicadores físicos avaliados

Foram avaliados os seguintes indicadores: densidade do solo, densidade de partículas, porosidade do solo ou volume total de poros, estabilidade dos agregados, argila dispersa em água e teor de matéria orgânica. A coleta de amostras de solo para as análises foi feita a cada dois anos a partir de 1978, coincidindo com os anos de baixa produção e após a esparrama do cisco, na área útil de cada tratamento nas profundidades de 0 a 15cm e de 15 a 30cm, em número de seis amostras simples por parcela.

2.4.4.1 Densidade do solo (Ds)

A densidade do solo (D_s) é definida como a relação entre a massa de sólidos secos e o volume total de um solo em sua condição natural e de campo. O volume inclui o volume de sólidos e o espaço poroso. A massa é determinada após secagem do material em estufa à temperatura de 105-110 °C durante **24** horas (Blake e Hartge, 1986). A amostragem para determinação da densidade do solo foi feita pela introdução no solo do conjunto de cilindro de Uhland com volume conhecido.

2.4.4.2 Densidade de partículas (D_p)

A densidade de partículas refere-se à relação existente entre a massa e o volume ocupado pelas partículas de uma amostra de solo, excluindo os espaços porosos existentes entre as partículas (Kiehl, 1979, Blake e Hartge, 1986).

A densidade de partículas foi determinada através do método do picnômetro, de acordo com Blake (1965b).

2.4.4.3 Porosidade do solo ou Volume Total de Poros (VTP)

De acordo com Reichardt (1978), a porosidade total do solo é uma medida do espaço total disponível para o ar e a água ou a porção do solo em volume não ocupado por sólidos.

Com os valores da densidade do solo e da densidade de partículas, foi determinada a porosidade total através da equação formulada por Vomocil (1965): $VTP = 100(1 - D_s/D_p)$.

2.4.4.4 Estabilidade dos agregados (DMG)

É a capacidade da estrutura do solo em manter a sua forma inalterada quando umedecida, permitindo a passagem do ar na medida da entrada da água (Gavande, 1976). A distribuição dos agregados do solo, em função do seu diâmetro, foi determinada pela técnica de peneiramento, descrita por Kemper e Chepil (1965). Esta técnica envolve a separação dos agregados em vários tamanhos, pelo tamizamento das amostras através de um jogo de peneiras

adaptado a um dispositivo mecânico que apresenta um movimento de oscilação vertical (30 oscilações/minuto), dentro de um recipiente com água destilada. Com o resultado da distribuição dos agregados em função de seus diâmetros, calculou-se o diâmetro médio dos agregados, (DMG), que é expresso pela fórmula: $DMG = \text{antilog } \Sigma(n \cdot \log d) / 100$, onde $n = \%$ de agregados obtidos nas diversas classes de peneiras e $d =$ valor médio dos limites de cada classe de peneira (Mazurak, 1950)

2.4.4.5 Argila dispersa em água

Para a determinação da argila dispersa em água (ADA) foi utilizado o método do hidrômetro, porém sem adicionar o dispersante químico (50 ml NaOH 0,1N), de acordo com Medina (1972).

2.4.4.6 Teor de matéria orgânica

A análise do carbono foi feita pela utilização do método proposto por Tiurin, modificado por Vettori (1969), pela oxidação da matéria orgânica através do ácido crômico 0,4 N procedendo-se a uma titulação com sulfato ferroso amoniacal a 0,05 N.

As análises de variância foram feitas considerando as diversas características do solo, repetições, tratamentos e biênios de amostragens, conforme exposto na Tabela 2, quando houve variações para o número de biênios de amostragem de amostragem, dependendo do parâmetro analisado. A densidade do solo, densidade de partículas, volume total de poros e argila dispersa em água foram analisadas a partir de 1978 nas duas camadas de solo. A estabilidade de agregados

(DMG) foi analisada na camada superficial a partir de 1980 e na camada subsuperficial, a partir de 1988. O teor de matéria orgânica no solo foi analisado a partir de 1982 em ambas as camadas.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias dos indicadores físicos da qualidade do solo estão inseridos nas Tabelas IA a 4A do Apêndice. A análise global desses resultados revela que os diferentes métodos de controle de plantas daninhas afetaram significativamente as propriedades físicas do solo. Essa influência foi gradual ao longo do tempo e de intensidade diferente conforme a camada amostrada.

2.5.1 Teor de matéria orgânica do solo

A Tabela 1A do Apêndice revela existir efeito significativo dos tratamentos (métodos de controle), biênios de amostragem e da interação tratamentos x biênios de amostragem, sobre os teores de matéria orgânica das camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm de profundidade. As médias dos teores de matéria orgânica dos vários tratamentos nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm, ao longo de todo o período experimental, são apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. É importante ressaltar que os efeitos dos tratamentos sobre o solo, embora estatisticamente significativos, foram mais pronunciados na camada 0 a 15 cm.

As Tabelas 3 e 4 evidenciam inicialmente que o teor de matéria orgânica (MO) da mata é significativamente mais elevado que dos demais tratamentos, os quais mostram uma tendência de elevação nos teores ao longo do período experimental. Este fato pode ser explicado pela maior

deposição de resíduos orgânicos pela mata e pela aceleração da decomposição da matéria orgânica e remoção desta vegetação, nos demais tratamentos. De acordo com Fernandes et al. (1997), o esgotamento da matéria orgânica oxidável do solo resulta em drásticas alterações físicas e químicas do solo, o que facilita sua degradação, com danosas conseqüências para meio ambiente.

Comparando-se a evolução do teor de matéria orgânica do solo dentro de cada tratamento nos biênios de amostragem, observa-se que a testemunha sem capina (SC) se destaca por apresentar **os** maiores teores e que o tratamento com herbicida de pré-emergência (HR), os menores teores de MO. Pequenas alterações são também observados nos teores MO nos demais tratamentos. **O** teor de MO do solo no tratamento sem capina (SC), na camada de 0 a 15 cm (Tabela 3), passou de 2,80 para 5,18%, o que significa um aumento de 85% no período compreendido entre 1982 a 1995. Na camada de 15 a 30 cm (Tabela 5), o incremento foi de 1,81 para 3,17%, ou seja, **um** aumento de 75%.

Para Ismail, Blevins e Frye (1994), o aumento da MO é a mudança mais importante que ocorre no solo a longo prazo. O incremento da MO em manejos de **solos** que deixam uma cobertura morta sobre o solo, é evidente e tem sido demonstrado por muitos autores (Eltz, Peixoto e Jaster, 1989; Sidiras e Pavan, 1985; Rasmussen e Collins, 1991; Santos, 1993; Karlen et al. 1994b).

Rasmussen e Collins (1991) observaram que o teor de MO de um solo não-cultivado, depende da interação de fatores, como o clima, a vegetação, a topografia, o material de origem e o tempo. Em solos cultivados, esses autores atestam que o teor de MO do solo muda, lentamente com o tempo em função do uso e do manejo, nos quais as diferenças **são** difíceis de serem detectadas a curto prazo, mas, com o transcorrer de muitos anos, estas diferenças se tomam

grandes o suficiente para uma variabilidade analítica. Em solos cultivados, principalmente os tropicais e subtropicais, o teor de matéria orgânica diminui rapidamente devido a uma série de fatores incluindo as altas taxas de decomposição dos resíduos vegetais (Alves, Cogo e Levien, 1995).

Estudo conduzido por Geng e Coote (1991) demonstraram que o teor de carbono orgânico de um solo, de textura fina, só se restaura após 27 anos através da cobertura com gramíneas. Halvorson, Smith e Papendick (1997) mostraram, em uma escala temporal, que o teor de MO se insere entre os indicadores de qualidade do solo, o qual é relativamente estático ou variável em espaço de tempo de 10 a 1000 anos.

As Tabelas 3 e 4 mostram que a utilização de roçadeira, grade, enxada rotativa, herbicida de pós-emergência e capina manual no controle das plantas daninhas, causaram efeitos semelhantes entre si sobre o teor de matéria orgânica no solo.

Borresen e Njøs (1993) compararam o cultivo com arado com o cultivo com enxada rotativa e verificaram, ao término de 13 anos, que o uso da enxada rotativa, aumentou o teor de MO do solo na taxa de 0,06% ao ano. No presente estudo, embora não se encontrando diferenças estatisticamente significativas, o teor de MO do solo nas parcelas tratadas com enxada rotativa se mostrou, em média, inferior àqueles dos tratamentos roçadeira, capina manual e herbicida de pós-emergência, superando apenas o herbicida de pré-emergência.

Tabela 3. Teor de **matéria orgânica (%)** na profundidade de **0 a 15 cm** de um LRd cultivado com cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

	Matéria orgânica (%)							
	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	2,60 b BC	2,04 bc C	3,27 b AB	3,43 bc AB	3,20 bc AB	3,70 c A	3,72 c A	3,09 c
Grade	2,60 b BC	1,83 bc C	2,47 c BC	3,20 bc AB	2,95 cd AB	2,57 d BC	3,62 c A	2,71 cd
Rotat.	2,20 b BC	1,53 c C	2,59 bc AB	3,50 bc A	2,93 cd AB	2,87 cd AB	3,37 c A	2,66 cd
H.Pós	2,40 b AB	2,16 bc B	2,67 bc AB	3,10 c A	2,97 cd AB	3,13 cd A	3,25 c A	2,79 cd
H.Pré	2,10 b A	2,28 b A	2,47 c A	2,80 c A	2,48 d A	2,77 cd A	2,92 c A	2,54 d
C.Man.	2,40 b B	2,41 b B	2,63 bc AB	2,97 c AB	2,78 cd AB	3,53 cd A	3,33 c AB	2,85 cd
S.Cap.	2,80 b C	2,33 b C	2,86 bc C	4,23 b AB	3,72 b B	5,27 b A	5,18 b A	3,67 b
Mata	8,40 a A	3,80 a C	8,42 a A	6,40 a B	4,38 a C	7,40 a AB	7,40 a AB	6,43 a
C.V. <i>Y</i>	8,02	9,42	6,25	11,05	4,66	8,02	6,45	9,97

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 *Y*o.

Tabela 4. Teor de **matéria orgânica** (*h*) na camada de **15 a 30 cm** de um LRD cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Matéria orgânica (%)							
	1982	01984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	1,49 b C	1,85 c BC	2,18 b B	3,37 bcd A	2,23 bc B	2,37 bc B	2,53 bc B	2,25 c
Grade	1,78 b B	1,68 c B	1,72 b B	2,77 d A	2,07 bc AB	1,83 c B	2,42 bcAB	2,02 c
Rotat.	1,49 b CD	1,36 c D	2,01 b BC	3,80 bc A	1,98 c BC	2,23 c B	2,10 c BC	2,08 c
H.Pós	1,78 b BC	1,40 c C	2,30 b AB	2,90 d A	2,17 bc AB	2,48 bc AB	2,23 c AB	2,15 c
H.Pré	1,84 b B	1,60 c B	1,85 b B	3,03 cd A	2,07 bc B	1,97 c B	2,00 c B	2,03 c
C.Man.	1,70 b CD	1,48 c D	2,01 b BCD	3,17 cd A	2,25 bc BC	2,43 bc AB	2,17 c BC	2,14 c
S.Cap.	1,81 b C	4,240 b A	2,34 b BC	4,13 b A	2,57 b BC	3,20 ab AB	3,17ab AB	2,99 b
Mata	5,93 a B	5,76 a B	7,23 a A	7,32 a A	3,60 a C	4,00 a C	4,00 a C	5,30 a
C.V. %	11,10	11,68	9,84	6,20	5,74	9,05	8,51	9,01

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

2.5.2 Densidade do solo

Os valores de densidade do solo (D_s) da camada de 0 a 15 cm foram influenciados pelos diferentes métodos de controle das plantas daninhas e variavam ao longo do período experimental. Na camada de 15 a 30 cm, os valores de densidade do solo variaram apenas em função dos métodos de controle (Tabela 4 A do Apêndice).

As Tabelas 5 e 6 revelam que, a partir de 1978, tanto na camada de 0 a 15 cm, quanto na camada de 15 a 30 cm, em todos os tratamentos ocorreu uma elevação nos valores da D_s em relação à mata. Esse aspecto está associado, evidentemente, aos tratamentos de controle das plantas daninhas, mas sofreu também a influência das operações de desmate, preparo do solo e plantio do café, que se deu em 1974.

O comportamento da D_s ao longo do período experimental (1978 a 1995) está ilustrado nas Figuras 3 e 4. À semelhança do que aconteceu com a MO, a influência dos diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a D_s fica mais evidente na camada de 0 a 15 cm.

Observa-se na Figura 3, que o herbicida de pré-emergência (HR) tende a agravar a compactação do solo ao longo dos anos de avaliação, apresentando na área submetida a este tratamento valores mais elevados de D_s . No outro extremo, a testemunha sem capina (SC) mostrou, ao longo do período experimental, tendência de redução nos valores de D_s , atingindo em 1995 o valor de $1,0 \text{ g.cm}^{-3}$, valor esse próximo daquele encontrado na mata. Observando-se as médias na Tabela 5, verifica-se que, nos tratamentos mecanizados, a D_s da camada de 0 a 15 cm também apresentou tendência de queda com o tempo, com a roçadeira (RÇ) compactando mais que a grade (GR) e esta, mais que a enxada rotativa (RT). Essa constatação pode estar associada

ao fato de que o corte das plantas pela roçadeira funciona como uma poda, estimulando seu rápido crescimento, sendo necessário maior número de operações (são feitas cinco por ano). Além disso, há um agravante na utilização da roçadeira, que é o fato de se trabalhar o solo úmido, uma vez que esse controle é feito, na sua maioria, durante o período chuvoso.

A menor compactação da enxada rotativa na camada de 0 a 15 cm pode ser explicada pelo maior revolvimento do solo proporcionado por este tipo de implemento. Esse aspecto também foi observado por vários autores, dentre os quais Kemper e Derpsh (1981); Sidiras, Henklain e Derpsch (1982); Sidiras, Vieira e Roth (1984); Vieira e Muzilli (1984); Cassei, Raczkowski e Denton (1995); Derpsh, Sidiras e Roth (1986).

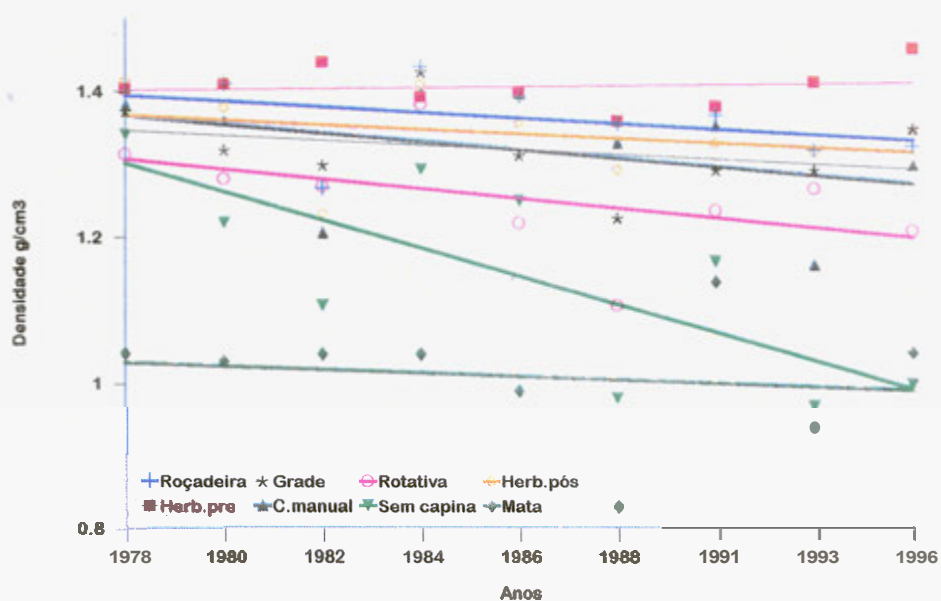


Figura 3- D_s de um LRD, cultivado com cafeeiros, submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas, na camada de 0 a 15 cm: São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

Embora tenha sido registrado que a influência dos diferentes métodos de controle das plantas daninhas ser mais evidente na camada de 0 a 15 cm, chama-se a atenção ao

comportamento da enxada rotativa na camada de 15 a 30cm (Figura 4). A utilização desse implemento continuamente fez com que a Ds dessa camada passasse gradualmente de 1,35 g.cm⁻³ em 1978 para 1,47 g.cm⁻³ em 1995, o que equivale a um aumento de 8,88%. Essa compactação na camada de 15 a 30 cm, pode ser explicada pela conformação das enxadas do implemento, que promovem um espelhamento no ponto de contato entre estas com o solo, principalmente quando o solo está úmido, originando uma camada subsuperficial densa, denominada por muitos autores de "pan" (Lal, 1989; Hermawan e Cameron, 1993; Borresen e Njos, 1993).

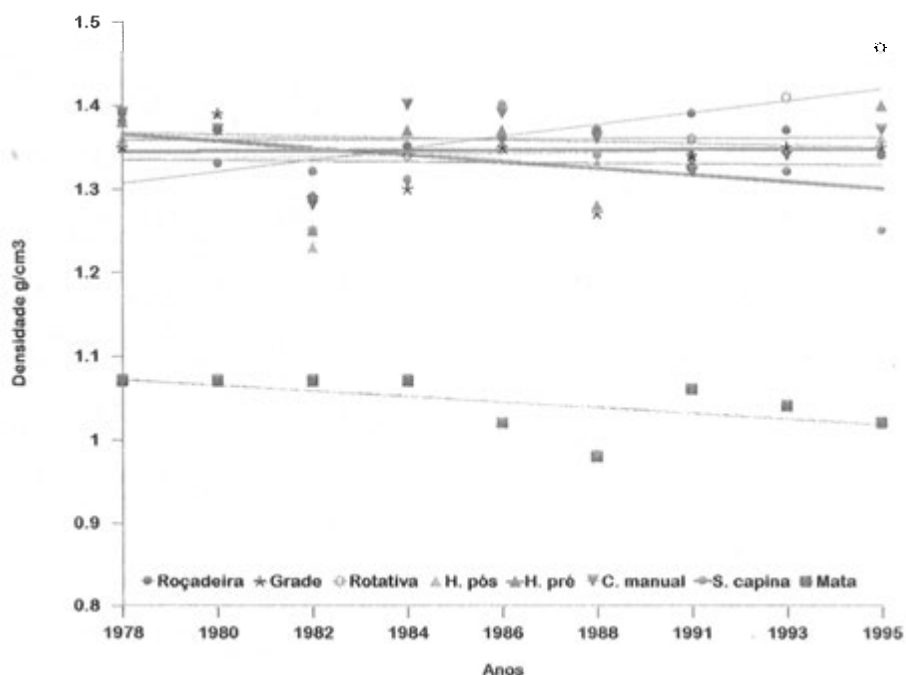


Figura 4 - Ds de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas, na camada de 15 a 30 cm. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

Tabela 5. Médias da densidade do solo, na profundidade de 0 a 15 cm de um LRD cultivado com cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Densidade do solo (g/cm ³)									
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Media
Roçad.	1,40 ab A	1,41 a A	1,27 abc B	1,43 a A	1,39 a A	1,36 a AB	1,37 a AB	1,32 a AB	1,33 b AB	1,36 ab
Grade	1,37ab AB	1,32bcABC	1,30 b BC	1,43 a A	1,31abcABC	1,23 b C	1,29 abc BC	1,29 ab C	1,35 b BC	1,32 b
Rotat.	1,31 ab B	1,28 cd AB	1,27 abc B	1,38ab A	1,22 c B	1,11 c C	1,24 abc B	1,27 ab B	1,21 c BC	1,25 c
H.Pós	1,41 a A	1,38 ab AB	1,23 bc C	1,41 a AB	1,36 ab AB	1,29 abBC	1,33ab ABC	1,32aABC	1,35b ABC	1,34 b
H.Pré	1,40 ab A	1,41 a A	1,44 a A	1,39 a A	1,40 a A	1,36 a A	1,38 a A	1,41 a A	1,46 a A	1,41 a
C.man.	1,38 ab A	1,36 abc A	1,21 c BC	1,40 a A	1,40 a A	1,33 a A	1,35 a A	1,16 b C	1,30 b AB	1,32 b
S.Cap.	1,34 ab A	1,22 d BC	1,10 cd D	1,29 b AB	1,25 bc ABC	0,98 d E	1,17 bc CD	0,97 c E	1,00 d E	1,15 d
Mata	1,04 c AB	1,03 e AB	1,04 d AB	1,04 c AB	0,99 d B	0,83 e C	1,14 c A	0,94 c B	1,04 d AB	1,01 e
CV%	3,58	3,51	7,50	4,03	5,42	5,04	5,26	6,35	2,99	5,66

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

Tabela 6. Médias da densidade do solo, na profundidade de 15 a 30cm de um LRd cultivado com cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Densidade do solo (g/cm ³)									
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	1,39 a A	1,37 a A	1,29 a A	1,35 ab A	1,36 a A	1,36 a A	1,39 a A	1,37 a A	1,34 bc A	1,36 a
Grade	1,35 a AB	1,39 a A	1,29 ^a AB	1,30 b AB	1,35a AB	1,27 c B	1,34 a AB	1,35 a AB	1,35 bc AB	1,33 a
Rotat.	1,35 a BC	1,37aAB	1,25 abC	1,34 ab BC	1,35a BC	1,37 a AB	1,36 a B	1,41 a AB	1,47 a A	1,36 a
H.Pós	1,36 a A	1,39 a A	1,23 abB	1,35 ab A	1,35 a A	1,33 abc A	1,36 a A	1,35 a A	1,36 b A	1,34 a
H.Pré	1,38 a AB	1,39aAB	1,25 abC	1,37 ab AB	1,37a AB	1,28 bc BC	1,33 a ABC	1,35 a ABC	1,40 ab A	1,35 a
C.Man.	1,39 a A	1,37aAB	1,28 a B	1,40 a A	1,39 a A	1,36 ab AB	1,32 a AB	1,34 a AB	1,37 b AB	1,36 a
S.Cap.	1,38 a A	1,33aAB	1,32 ^a AB	1,31 b AB	1,40 a A	1,34 abcAB	1,34 a AB	1,32 a AB	1,25 cb B	1,33 a
Mata	1,07 b A	1,07 b A	1,07 b A	1,07 c A	1,02 b A	0,98 d A	1,06 b A	1,04 b A	1,02 d A	1,04 b
C.V. %	3,28	2,62	8,70	2,86	3,65	3,26	5,07	4,44	4,13	5,08

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

2.5.3 Porosidade Total

Os resumos das análises de variâncias da porosidade total ou volume total de poros (VTP) das camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm estão na Tabela 4 A do Apêndice. Em ambas as camadas, observam-se efeitos significativos dos tratamentos, biênios de amostragem e da interação tratamentos x biênios de amostragem, sobre os valores de VTP. Os valores médios de VTP nos diferentes tratamentos, ao longo do período experimental, estão descritos nas Tabelas 7 e 8, e ilustrados nas Figuras 5 e 6. Considerando-se que o VTP é obtido a partir da densidade do solo (D_s) e da densidade de partículas (D_p) e que esta última se mantém praticamente constante, pode-se verificar nas análises das Tabelas 7 e 8 e das Figuras 5 e 6 que o VTP se comporta de maneira inversa à densidade do solo (D_s).

As camadas de solo sob mata se destacaram por apresentar uma maior porosidade, em relação às camadas de solo submetido aos diferentes métodos de controle de plantas daninhas. A

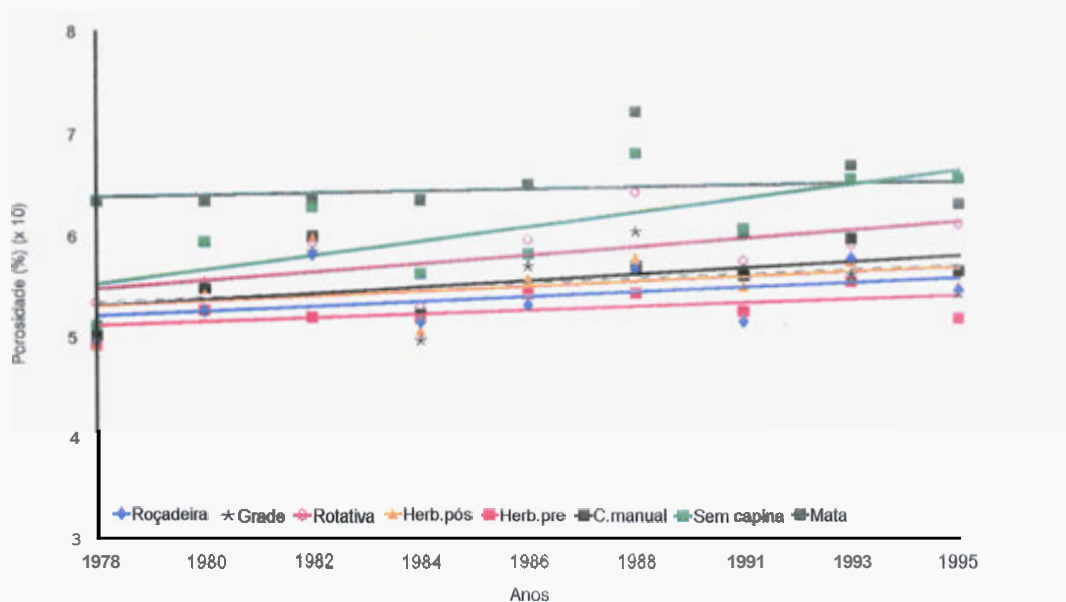


Figura 5. Volume total de poros de um LRD, cultivado com cafeeiros, submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas, na camada 0 a 15 cm São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

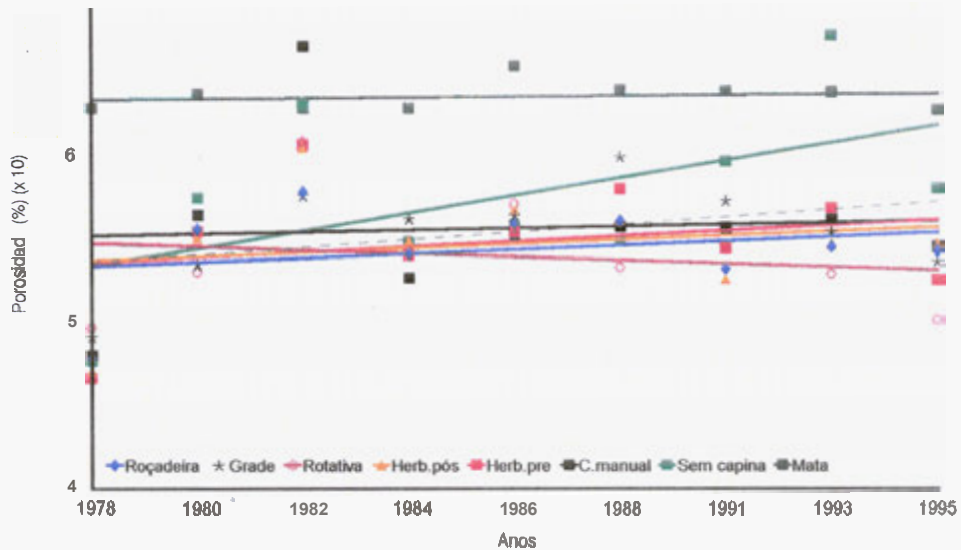


Figura 6. Volume *total* de poros de um LRD, cultivado com *cafeeiros*, submetida a diversos métodos de controle de plantas daninhas, na *camada 15 a 30 cm*. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

i

explicação para este fato *está*, obviamente, nos menores valores de D_s da condição de **solo** sob mata, discutida anteriormente.

Ao se comparar o comportamento dos diferentes métodos de controle das plantas daninhas, (Figuras 5 e 6) percebe-se que estes influenciaram mais a porosidade da camada de 0 a 15 cm. Observa-se (Figura 5) que a área mantida sem capina (SC) apresenta tendência de acréscimo ao longo do tempo, superando a condição de mata em 1995. Tendência semelhante, mas com menor intensidade, pode ser visualizada com o emprego da enxada rotativa. Contrariamente a estas constatações, verificou-se que a área submetida ao controle das plantas daninhas com herbicida de pré-emergência, mostra na camada superficial do solo a menor porosidade.

Na tentativa de uma melhor visualização do comportamento da porosidade, influenciada pela densidade do solo e pelos diferentes métodos de controle de plantas daninhas, foram realizadas análises de regressão, cujos resultados são ilustrados nas Figuras 7, 8, 9 e 10. Esses resultados referem-se às determinações feitas em 1978, e em 1995, no encerramento dele. As Figuras 8 e 9 ilustram as avaliações feitas na camada superficial do solo, ou seja, de 0 a 15 cm. Verifica-se na Figura 7 que, no início do período experimental, a porosidade do solo, bem como a densidade do solo em todos os tratamentos, excetuando-se o solo sob mata, apresentavam valores bem próximos entre si, o que produziu um equação de regressão com baixo coeficiente angular. Passados 18 anos (Figura 8), ocorreu uma variação acentuada nos valores de densidade do solo e conseqüentemente da porosidade, registrando a análise de regressão uma equação com uma inclinação bem mais acentuada.

Dois aspectos comentados, anteriormente, chamam a atenção na Figura 8. O primeiro é o fato do tratamento mantido sem capina (SC) ter sua porosidade superior à condição de mata. O segundo diz respeito ao deslocamento do tratamento herbicida de pré-emergência (HR) para o extremo inferior da equação ajustada, refletindo um aumento significativo da densidade do solo, com uma redução drástica da porosidade do solo.

O controle de invasoras com herbicidas de pré-emergência deixa a superfície do solo permanentemente desnuda, o que, pelo impacto das gotas de chuva, contribui para a formação de encrostamento superficial. Este encrostamento (Figura 11), geralmente de coloração escura, mostra-se como uma película impermeável, que reduz a capacidade de infiltração do solo (Alves, Cogo, Levien, 1995), diminui a emergência das plântulas (Eghbal, Hajabbasi e Golseffidi, 1996) e seus efeitos são refletidos diretamente sobre a erosão superficial do solo.

Tabela 7. Médias do volume total de poros, na profundidade de 0 a 15 cm de um LRd cultivado com cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat	Volume total de poros (%)									
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Media
Roçad.	49,67 cD	52,62 cCD	58,17 abA	51,46 bcCD	53,07 dBCD	56,68 deAB	51,42 dCD	57,63 bcA	54,53 cdABC	53,92 e
Grade	50,34 bcD	54,93 cBC	58,48 abAB	49,66 cD	56,94 bcdABC	60,29 cdA	56,60 abcdABC	56,06 cBC	54,22 cdC	55,25 de
Rotat.	53,43 bD	55,39 bcCD	59,26 abBC	52,88 bcD	59,52 bB	64,07 bcA	57,32 abcBC	58,98 abcBC	60,95 bA	57,98 c
H.Pós	49,13 cC	54,74 cB	59,82 abA	50,50 bcC	55,64 bcdB	57,66 deAB	54,82 bcdB	57,23 cAB	54,79 cdB	54,93 de
H.Pré	49,21 cB	52,63 cAB	51,89 bAB	51,79 bcAB	54,10 cdA	54,20 eA	52,31 cdAB	55,26 cA	51,66 dAB	52,56 f
C.Man.	50,13 bcD	54,87 cBC	59,96 aA	52,22 bcCD	54,11 cdBC	56,91 deAB	55,92 abcdABC	59,56 abcA	56,37 cAB	55,56 d
S.Cap.	51,16 bcF	59,36 abE	62,75 aBC	56,20 bE	58,11 bcDE	67,90 abA	60,51 aCD	65,33 aAB	65,40 aAB	60,75 b
Mata	63,38 aBCD	63,42 aCD	63,38 aBCD	63,38 aBCD	64,92 aBC	72,01 aA	60,02 abD	66,71 aB	62,93 abBCD	64,35 a
C.V.%	3,57	3,02	5,52	3,93	3,78	3,37	3,67	4,99	2,93	3,90

Medias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 8. Médias do volume total de poros, na profundidade de 15 a 30cm de um LRD cultivado com cafeeiros a submetidos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Volume total de poros (%)									
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	47,45 bB	55,34 bA	57,54 aA	53,91bcA	55,74 bA	55,84 bcdA	53,04 cA	54,34 bA	54,11 cA	54,15 c
Grade	49,03 bC	53,29 bB	57,34 aA	55,98 bAB	56,19 bA	59,66 bA	57,03 bcAB	55,20 bAB	53,48 cB	55,35 bc
Rotat.	49,53 bC	52,82 bC	60,56 aA	54,01 bcBC	56,85 bBC	53,13 dBC	54,24 cBC	52,73 bBC	50,02 dC	54,20 c
H.Pós	46,91 bC	54,84 bB	60,23 aA	54,70 bcB	56,48 bAB	55,93 cdAB	52,44 cB	54,49 bB	54,52 cB	54,54 bc
H.Pré	46,52 bD	55,19 bABC	60,38 aA	53,81 bcBC	55,22 b BC	57,74 bcAB	54,21 cABC	56,61 bABC	52,38 cdC	54,77 bc
C.Man.	47,94 bC	56,22 bB	66,25 aA	52,53 cB	54,79 b B	55,53 cdB	55,47 bcB	56,10 bB	54,34 cB	55,46 bc
S. Cap.	47,57 bD	57,17 aC	62,75 aAB	54,62 bcC	55,61 abC	55,73 bcdC	59,39 abBC	66,85 aA	57,76 bC	57,32 b
Mata	62,57 aA	63,38 aA	62,57 aA	62,57 aA	65,07 aA	63,63 aA	63,57 aA	63,52 aA	62,45 aA	62,50 a
C.V.%	3,94	3,34	9,15	2,11	3,90	3,65	4,76	3,59	3,22	5,59

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

O **encrostamento** superficial, Pela falta de proteção do solo, tem sido vastamente documentado por Awatramani (1974); Levy, Levin, e Shainberg (1994); Cassel, Raczkowski e Denton (1995); Morin e Van Winkel (1996). Cintra et al., (1983) trabalhando, em pomar de laranjas submetido as diferentes práticas de cultivo durante 12 anos, observaram a formação de crostas, em face da aplicação de diuron que provocou a exposição do solo pela ausência de vegetação.

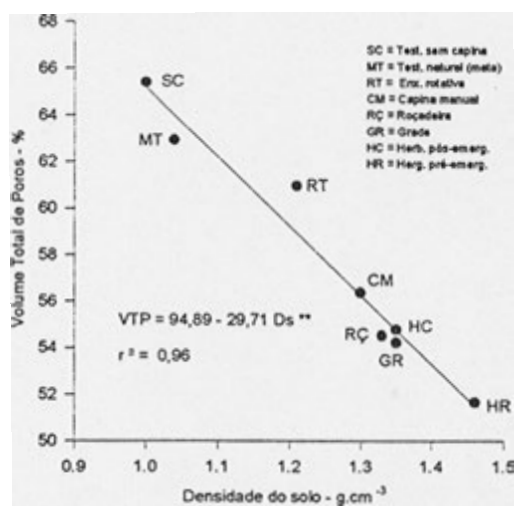
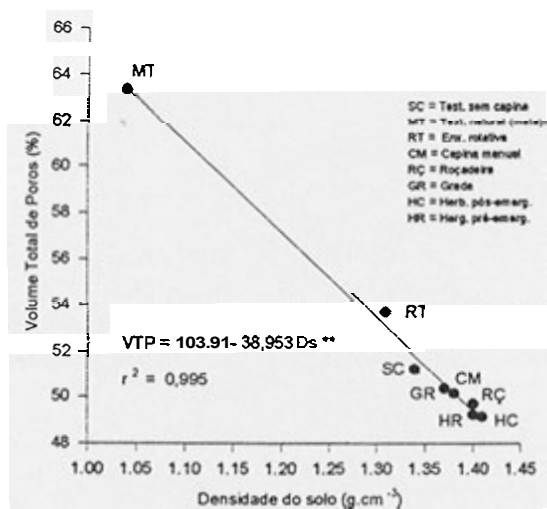


Figura 7. Relação Ds x VTP, camada 0 a 15, dados de 1978. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Figura 8. Relação Ds x VTP, camada 0 a 15 cm, dados de 1995. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997

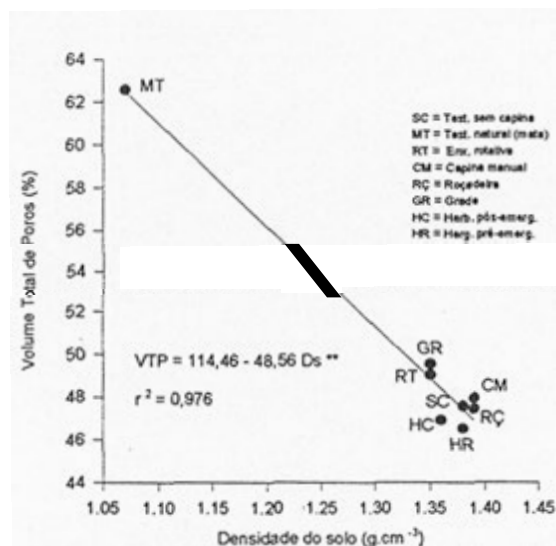


Figura 9. Relação Ds x VTP, camada 15 a 30 cm dados de 1978. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

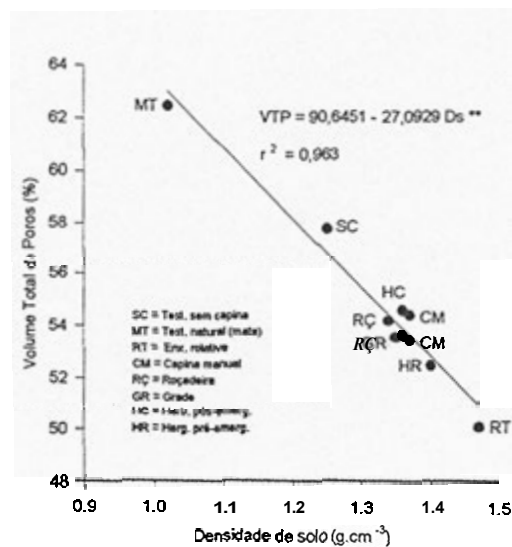


Figura 10. Relação Ds x VTP, camada 15 a 30 cm dados de 1995. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

2.5.4 Estabilidade de agregados (EA)

As análises das variâncias da estabilidade de agregados das camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm, expressas através do diâmetro médio geométrico (DMG), revelam efeitos significativos dos diferentes métodos de controle de plantas daninhas (tratamentos), dos biênios de amostragem e da interação tratamentos x biênios de amostragem (Tabela 2 A do Apêndice). A evolução da estabilidade dos agregados de 1980 a 1995 é ilustrada nas Figuras 12 e 13 e Tabelas 9 e 10.



Figura 11 - Enrustamento superficial observado no tratamento com herbicida de pré-emergência. São Sebastião do Paraíso - MG. EPAMIG, 1997.

A Figura 12 e Tabela 9 descrevem o comportamento da estabilidade dos agregados em DMG da camada de 0 a 15 cm. Observa-se que, independente do método de controle de plantas daninhas, a estabilidade dos agregados apresentou tendência de decréscimo ao longo do período experimental. A manutenção da “rua” de cafeeiro sem capina (SC) proporcionou uma maior estabilidade de agregados, seguida do controle por roçadeira (RC) e da capina manual (CM). Os métodos de controle de plantas daninhas que mais negativamente afetaram a estabilidade dos agregados, foram a enxada rotativa (RT), herbicida, de pré-emergência (HR) e a grade (GR).

A estabilidade dos agregados do solo mantido sob a cobertura da mata praticamente se manteve constante no período avaliado.

Tabela 9. Diâmetro médio geométrico (DMG) da camada de 0 a 15 cm de um LRD cultivado com cafeeiros submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

Trat.	Diâmetro Médio Geométrico (mm)								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	3,35 b A	3,61 a A	2,89 a A	1,76 bc B	1,50 b B	1,71 bc BC	1,42 b B	1,32 b B	2,20 b
Grade	2,65 c B	2,58 cd B	1,48 de DE	1,03 d C	1,22 b B	1,30 cd CD	0,74 c C	0,95 bc BC	1,49 d
Rotat.	2,30 c B	2,30 d B	1,33 e E	1,07 d C	1,08 b B	0,96 d D	1,02 bc BC	1,06 bc BC	1,39 d
H.Pós	2,63 c B	3,26 abc A	2,12 bc BC	1,29 cd C	1,24 b B	1,42 cd CD	0,84 c C	0,87 c BC	1,71 c
H.Pré	2,51 c B	2,36 d B	1,49 de DE	1,41 cd BC	1,32 b B	1,06 d D	0,85 c C	0,71 c C	1,46 d
C.Man.	3,41 ab A	2,73 cd B	1,88 cd CD	1,20 cd C	1,26 b B	1,32 cd CD	1,13 bc BC	0,99 bc BC	1,74 c
S.Cap.	3,72 a A	3,46 ab A	2,59 a AB	2,29 ab A	1,57 b B	2,27 a A	1,96 a A	2,00 a A	2,42 a
Mata	2,53 c B	2,52 cd B	2,50 ab AB	2,51 a A	2,53 a A	1,90 ab AB	1,89 a A	1,90 a A	2,28 b
CV %	06,73	14,36	12,10	19,51	17,47	17,17	20,98	18,29	14,03

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas **M** vertical e pelas letras maiúsculas **M** horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Na Figura 13 e na Tabela 10 mostra-se o comportamento da estabilidade dos agregados na camada de 15 a 30. Como mencionado anteriormente, a análise de variância revelou efeito significativo dos diferentes métodos de controle de plantas daninhas, nos biênios de amostragem e na interação destes. Há de se ressaltar inicialmente que a avaliação da estabilidade de agregados desta camada (15 a 30 cm), teve início apenas em 1988. Diferentemente do que ocorreu na camada superficial os agregados da camada de 15 a 30 cm tenderam a se manter constantes durante o período de avaliação, à exceção do tratamento com herbicida de pré-emergência que diminuiu notadamente o diâmetro médio geométrico no período. Os agregados mais estáveis são encontrados no solo sob mata, seguidos do solo mantido sem capina. Os agregados menos estáveis em média (Tabela 10) são encontrados no solo, submetidos ao controle de plantas daninhas com grade. Considerando-se que a avaliação da camada de 15 a 30 cm teve seu início somente a partir de 1988, ao passo que na camada superior, de 0 a 15 cm, se iniciou em 1978, não se comparou os resultados entre das duas camadas.

Tabela 10. Diâmetro médio geométrico (DMG) da camada de 15 a 30 cm de um LRd cultivado com cafeeiros submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

	Diâmetro Médio Geométrico (mm)				
	1988	1991	1993	1995	Média
Roçadeira	1,38 cde CD	1,26 cBC	0,99 bcBC	1,08 b B	1,17 c
Grade	1,02 e D	0,88 d C	0,62 c C	1,06 b B	0,89 d
Rotativa	1,12 de D	1,23 c BC	0,91 bcBC	1,05 b B	1,08 c
Herb. pós emerg.	1,24 de D	1,20 cd BC	1,21 b BC	0,89 b B	1,14 c
Herb. pré-emerg.	1,69 bc BC	1,47 bc B	0,82 bc B	0,86 b B	1,21 c
Cap. manual	1,44 cd CD	1,25 c BC	0,78 bcBC	0,98 b B	1,11 E
Sem capina	1,87 b B	1,65 b B	1,16 b BC	1,90 a A	1,64 b
Mata	2,41 a A	2,34 ab A	2,30 a B	2,30 a A	2,34 a
C.V. (%)	13,59	13,71	23,61	25,60	19,88

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

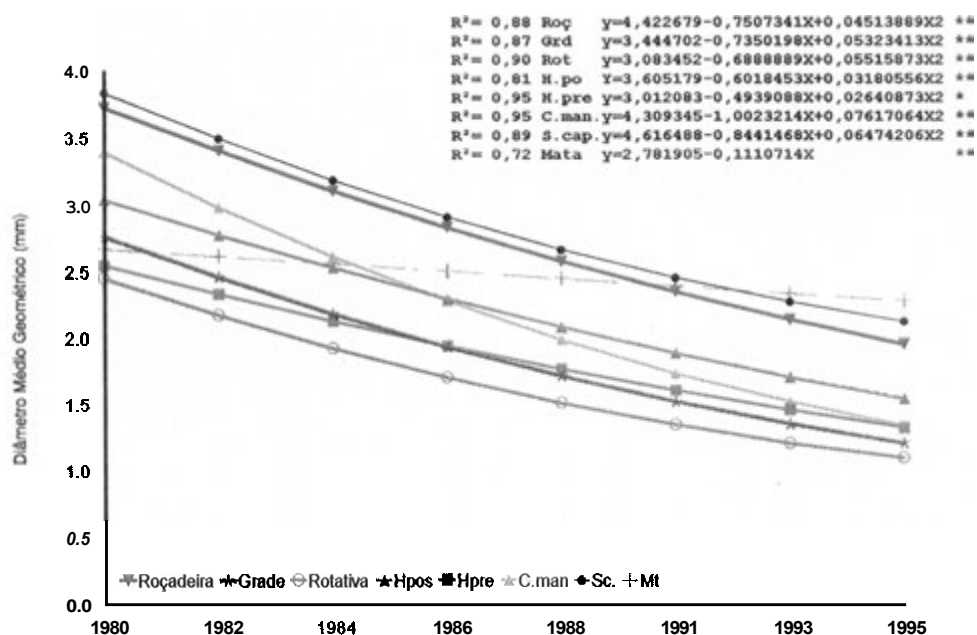


Figura 12. Evolução da estabilidade dos agregados, expressa em DMG, na camada de 0 a 15 cm, de um LRd, cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, MG, 1997.

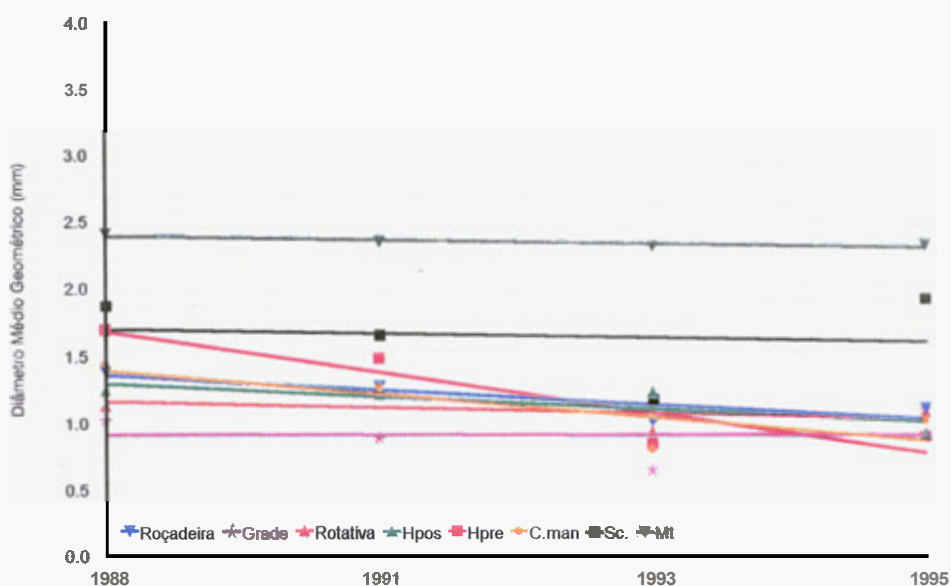


Figura 13. Evolução da estabilidade dos agregados, expressa em DMG, na camada de 15 a 30 cm, de um LRD, cultivado com café, submetido a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Os resultados, que envolvem os diferentes métodos de controle de plantas daninhas, refletem de um lado a proteção ao solo oferecida pela permanência de cobertura vegetal nos tratamentos sem capina e roçadeira, e, de outro lado, a quebra dos agregados promovida pela enxada rotativa e a grade. No caso dos tratamentos que promovem a manutenção de resíduos orgânicos no solo, deve-se considerar, além do aspecto proteção, o efeito cimentante da matéria orgânica na estabilização dos agregados do solo: Reichert, Veiga e Cabeda (1993) verificaram que a matéria orgânica foi o parâmetro que melhor correlacionou os índices de estabilidade dos agregados do solo. A participação da matéria orgânica na agregação do solo tem sido documentada por uma série de estudos, dentre os quais aqueles de Tisdall e Oades (1982); Haynes e Swift (1990); Mahboubi, Lal e Faussey (1993); Barzegar et al. (1994); e Bruce et al. (1995).

2.5.5 Argila dispersa em água

Os resultados das análises de variâncias dos teores de argila dispersa em água, das camadas de 0 a 15 cm e 15 a 30 cm, são apresentados no Tabela 3 A do Apêndice. Verifica-se basicamente que o teor de argila dispersa em água sofreu influência dos métodos de controle das plantas daninhas e biênios de amostragem. A interação tratamento x biênios de amostragem só foi significativa na camada de 15 a 30 cm.

A quantidade de argila dispersa em água é um dos parâmetros físicos que pode refletir a capacidade reativa do solo e, portanto, constituir-se em um dos atributos para se medir a qualidade do solo. Bissonais (1996) mostra que, além do impacto das gotas de chuva, a dispersão das partículas é um dos principais mecanismos para a formação do encrostamento. Shainberg et al. (1992) observaram que a pulverização do solo ocorreu rapidamente sob chuva simulada e foi seguida de dispersão das argilas e compactação superficial formando o encrostamento superficial do solo. Por outro lado, em solos altamente dispersivos, Loch e Pocknee (1995) e Bradford, Ferris e Remley (1987) sugerem que a formação do selamento superficial aumenta a resistência à erosão em sulcos.

Os diferentes métodos de controle de plantas daninhas estudados resultaram em grandes variações nos teores de argila dispersa em água, refletindo uma inconsistência muito grande deles (Tabelas 11 e 12).

Em que pese a grande variação registrada nos teores de argila dispersa em água, as Tabelas 11 e 12 revelam que utilização de herbicida de pré-emergência (HR) conduz a uma menor quantidade de argila dispersa em água, observado com maior intensidade na camada de 0 a 15 cm.

Tabela 11-Médias de argila dispersa em *Água* na profundidade de 0 a 15 cm de um LRD cultivado com cafeeiros, submetidos a métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Argila dispersa em <i>Água</i> %									Médias
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	
Roçad.	5,13 bcdD	24,39 aA	19,69 abABC	21,62 aAB	10,01 aBCD	10,90 aBCD	11,33 aBCD	8,38 aCD	11,73 aBCD	13,10 ^a ab
Grade	4,07 Db	11,73 bAB	19,52 abA	19,84 aA	14,25 aA	14,02 aA	12,83 aAB	12,34 aAB	14,02 aA	13,24 ab
Rotat.	4,41 cdB	8,93 bAB	18,32 abcA	10,28 aAB	15,67 aA	14,74 aA	13,48 aAB	8,38 aAB	12,27 aAB	11,49 ab
H.Pós	5,76 bcdB	24,81 aA	14,83 bcAB	24,21 aA	11,15 aB	8,95 aB	10,25 aB	8,93 aB	11,40 aB	12,79 ab
H.Pré	4,86 bcdA	11,97 bA	10,83 cA	14,43 aA	8,45 aA	7,93 aA	15,16 aA	9,37 aA	10,11 aA	10,13 b
C.man.	6,76 bB	9,73 bAB	13,39 bcAB	20,87 aA	8,10 aB	16,41 aAB	13,66 aAB	9,53 aAB	11,50 aAB	11,92 ab
S.Cap.	6,34 bcC	22,80 aA	14,79 bcABC	20,2 aAB	8,67 aB	9,46 aBC	14,48 aABC	11,42 aABC	11,98 aABC	13,00 ab
Mata	24,60 aA	24,59 aA	24,60 aA	24,60 aA	24,60 aA	12,63 aAB	9,51 aB	8,93 aB	14,66 aAB	18,21 a
C.V. %	9,15	9,71	14,00	42,74	35,80	24,03	13,18	27,38	17,61	28,39

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 12- Medias da argila dispersa em água na profundidade de 15 a 30cm de um LRD cultivado com cafeeiros, submetidos a diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Trat.	Argila dispersa em água (%)									
	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Media
Roçad.	6,19 cBC	20,70 abA	16,93 abAB	10,13 abABC	3,83 cC	15,66 abAB	13,30 aABC	9,00 aABC	15,19 aAB	11,79 bc
Grade	4,96 cBC	16,95 abcAB	20,93 abA	4,36 abBC	9,34 abcAB	11,01 abcAB	11,84 aAB	1,00 aC	18,71 aA	9,91 c
Rotat.	5,10 c BC	11,21 cABC	9,05 bABC	2,48 bC	12,76 abcAB	17,77 aA	16,33 aAB	10,48 aABC	14,72 aAB	10,52 c
H.Pós	7,27 cA	14,20 bcA	12,61 abA	5,84 abA	14,54 abcA	15,39 abA	12,80 aA	7,57 a A	13,03 aA	11,22 bc
H.Pré	18,94 bAB	19,78 abA	15,52 abAB	7,14 abABC	8,52 bcABC	6,28 cBC	16,00 aAB	1,91 aC	15,23 aAB	11,03 c
C.man.	18,04 abA	18,33 abcA	10,79 abAB	4,04 abB	4,06 cB	7,94 bcAB	10,77 aAB	6,82 aAB	15,14 aAB	10,06 c
S.Cap.	4,80 cB	18,70 abcA	24,71 abA	20,81 abA	21,72 abA	11,73 abcAB	14,96 aAB	12,27 a AB	17,92 aA	15,88 ab
Mata	25,99 a A	24,82 a A	26,00 a A	26,00 a A	26,00 a A	8,56 abcB	7,18 a B	6,69 a B	14,97 aAB	17,54 a
C.V.??	12,75	13,97	27,70	62,71	34,32	20,63	20,48	56,53	17,89	31,66

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

A menor quantidade de argila dispersa em água no solo nas parcelas submetidas ao controle com herbicida de pré-emergência pode ser reflexo do favorecimento do processo erosivo ao longo do período de avaliação. O herbicida (HR) aplicado consiste de uma mistura de ametryn + simazine que possuem características básicas, cargas positivas em pH baixo e prontamente adsorvidos pelos colóides do solo, mas de uma forma reversível (Rodrigues e Almeida, 1995; WSSA, 1994). Estas características podem explicar a maior dispersão da argila e consequentemente o encrustamento superficial do solo e a menor estabilidade dos agregados, aspectos esses discutidos anteriormente.

2.5.6 Correlações entre o teor de matéria orgânica e os demais indicadores físicos de qualidade do solo

Nas seções anteriores discutiu-se o comportamento isolado dos vários indicadores físicos da qualidade do solo, frente aos diferentes métodos de controle de plantas daninhas.

A premissa básica do presente estudo é que o manejo do solo **só** é sustentável quando sua qualidade é mantida ou melhorada. De acordo com Bollin e Cook (1983) e Stevenson (1986), a matéria orgânica do solo constitui-se em um alicerce desta sustentabilidade. O esgotamento da matéria orgânica oxidável do solo resulta em drásticas alterações físicas e redução na fertilidade do solo (Fernandes et al., 1997)

Assim, na tentativa de avaliar o grau de associação entre os teores de matéria orgânica e os demais indicadores físicos da qualidade solo, foram realizados estudos de correlação envolvendo esses atributos, cujos resultados se encontram nas Tabelas 13 e 14

De uma maneira global e independentemente da camada amostrada, observa-se nas Tabelas 13 e 14 que a matéria orgânica se correlaciona significativamente com a densidade do solo (D_s), volume total de poros (VTP) e diâmetro médio geométrico (DMG). No caso da D_s , a correlação é negativa. Praticamente não existe associação entre matéria orgânica e argila dispersa em água (ADA).

A correlação negativa entre MO e D_s indica que à medida que o teor de matéria orgânica se eleva, ocorre uma redução nos valores de D_s . O efeito da matéria orgânica na redução da densidade do solo foi demonstrado em vários estudos, dentre os quais os de Machado e Brum (1978); Baver e Black (1981); Cintra et al. (1983); Soane (1990); Rasmussen e Collins (1991); Franzen, Lal e Ehlers (1994); Píkul e Zuzel (1994); Dao (1996); e, Thomas, Haszler e Blevins (1996).

Especificamente com relação aos tratamentos avaliados e discutidos anteriormente, o maior conteúdo de matéria orgânica e a menor densidade do solo foram encontrados na área mantida sem capina (SC). No outro extremo, a utilização de herbicida de pré-emergência (HR) levou o solo a apresentar o menor conteúdo de matéria orgânica e a maior densidade do solo (Tabelas 3, 4, 5 e 6). A utilização, no controle das plantas daninhas, de roçadeira, grade, enxada rotativa, herbicida de pós-emergência e capina manual, proporcionou ao solo conteúdos de matéria orgânica e densidades do solo em valores intermediários àqueles da área sem capina e da área cujo controle foi efetuado com herbicida de pré-emergência.

Por outro lado, a correlação da matéria orgânica com o VTP é positiva e significativa, pelo fato de a redução na D_s e pelo efeito do aumento da matéria orgânica refletir diretamente no aumento do espaço poroso do solo. Da mesma forma como já discutido antes, os tratamentos com maiores e menores teores de matéria orgânica foram também os que apresentaram a maior e

a menor porosidade total, respectivamente, ou seja, testemunha sem capina (SC) e herbicida de pré-emergência (HR). O aumento e a diminuição da porosidade devido ao acréscimo e decréscimo da matéria orgânica, foram demonstrados por Píkul e Zuzel (1994), Zhang, Hartge e Ringe (1997).

De maneira semelhante à porosidade, a correlação da matéria orgânica com a EA está bem fundamentada por Queiroz Neto e Grohmann (1963); Queiroz Neto, Oliveira e Grohmann (1966); Troeh, Hobbs e Danahue (1980); Tisdall e Oades (1982); Bartoli, Philippy e Burtin (1992); Facin (1993); Reichert, Veiga e Cabeda (1993); Campos et al. (1995) e Besnard et al. (1996). Esta correlação é positiva e significativa e de fundamental importância, devida a ação da matéria orgânica na cimentação das pequenas partículas do solo, na estabilização dos macroagregados e no tamanho dos agregados, os quais decrescem em função do decréscimo no teor da matéria orgânica e da neutralização das cargas positivas pela matéria orgânica dentro dos microporos.

Pelo exposto observa-se que o efeito dos métodos de controle de plantas daninhas sobre a sustentabilidade é indireto, tendo em vista a acumulação e a reciclagem de matéria orgânica inerente de cada sistema. As alterações observadas no período de 18 anos mostraram que o sistema SC contribui para o aumento da qualidade do solo através do aumento de sua matéria orgânica ao passo que o tratamento (HR) na forma e no local aplicado mostra-se inadequado, pela manutenção de níveis baixos de matéria orgânica do solo.

Tabela 13 - Coeficientes de correlações, matéria orgânica e Ds, VTP, DMG, e ADA, camada de 0 a 15 cm de um LRd, cultivado com cafeeiro sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

Fatores	Anos							Média
	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	
Ds	-0,57**	-0,66**	-0,82**	-0,75**	-0,69**	-0,83**	-0,76**	-0,87**
VTP	0,40*	0,63**	0,73**	0,75**	0,60**	0,81**	0,66**	0,83**
DMG	0,10ns	0,30ns	0,65**	0,64**	0,67**	0,76**	0,76**	0,73**
ADA	0,38ns	0,23ns	0,52**	0,08ns	-0,340s	0,040s	0,20ns	0,73*

Significante a 1%=(**), a 5%=(*) e não significativo = ns.

Tabela 14 - Coeficiente de correlação, matéria orgânica e Ds, VTP, DMG, e ADA na camada de 15 a 30 cm de um LRd, cultivado com cafeeiros, sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG. EPAMIG, 1997.

Fatores	Anos							Média
	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	
Ds	-0,52**	-0,74**	-0,87**	-0,80**	-0,81**	-0,79**	-0,85**	-0,97**
VTP	0,43*	0,62**	0,76**	0,65**	0,78**	0,62**	0,82**	0,92**
DMG	-----	-----	-----	0,53**	0,68**	0,80**	0,83**	0,98**
ADA	0,380s	0,67**	0,52**	-0,17ns	-0,40*	0,46*	0,23ns	0,630s

Significante a 1%=(**), a 5%=(*) e não significativo = ns.

Dentre os demais métodos de controle, a RÇ se insere como um dos métodos alternativos à SC, mesmo que proporcione um aumento de apenas **43%** no teor da matéria orgânica (Tabela 3) e que a maior utilização no período chuvoso possa contribuir para a neutralização parcial desta melhoria. O uso da RT, nas condições do estudo, mostrou-se inadequado, pela formação de camada adensada subsuperficial. O período de condução e avaliação foi insuficiente para permitir inferências sobre os demais métodos, sugerindo a necessidade de estudos mais conclusivos sobre eles.

2.6 CONCLUSÕES

Na camada de 0 a 15 cm, o tratamento com herbicida de pré - emergência aumentou a D_s , apresentou a menor porosidade e proporcionou a formação de encrostamento; mostrou também o menor teor de argila dispersa, indicando maior dispersão de partículas, erosão superficial além de manter inalterado o teor de MO no solo, pela falta de cobertura vegetal no solo tratado.

Na camada de 0 a 15cm a testemunha sem capina apresentou a menor D_s , a maior porosidade total e maior estabilidade de agregados e aumentou o teor de MO em 85% no, e em 75% na camada de 15 a 30 cm.

Dentre os tratamentos mecanizados, a densidade do solo cresceu na seguinte ordem: enxada rotativa, grade e roçadeira. Na camada de **15** a 30 cm, o uso da enxada rotativa, formou uma camada adensada denominada “pan”.

A enxada rotativa e a grade foram os métodos de capina que mais contribuíram para diminuir a estabilidade de agregados, seguidas pelo uso do herbicida de pré - emergência. A

testemunha sem capina e a roçadeira mostraram-se como *os* melhores métodos no controle da erosão e a roçadeira, apesar do seu uso intenso durante o período chuvoso, mostra-se como a melhor alternativa quanto à qualidade do solo.

3 CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) SOBRE OS INDICADORES QUÍMICOS DE QUALIDADE DE UM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO

3.1 RESUMO

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, MG, para avaliar os efeitos dos métodos de capina sobre os atributos químicos, além da avaliação dos atributos físicos já descritos no capítulo I. A instalação deu-se em 1977, em área de LRd, contendo 2268 covas de cafeeiros com três anos de idade da cultivar Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-99. Foi empregado sete tratamentos **que** envolveu o uso de roçadeira (RÇ), grade (GR), enxada rotativa (RT), herbicida de pós-emergência (HC), herbicida de pré-emergência (HR), capina manual (CM) e uma testemunha sem capina (SC), dispostos em blocos **casualizados** com três repetições. Os cafeeiros foram mantidos livres de plantas daninhas numa faixa de 0,80 m lateral às fileiras de cafeeiros no período de 1977 a 1996, e os tratamentos foram aplicados nas entrelinhas “ruas”, sempre que o crescimento das plantas daninhas os exigisse. Seis amostras simples de solo por tratamento foram coletadas a cada dois anos, a partir de 1978, nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm. Foram medidos os valores de pH, os teores de M O,

P, K, Al, Ca, Mg, e determinados a acidez potencial ($H+Al$), a soma de bases (S), o índice de saturação de Al (m) e de bases (V) e a **CTC** efetiva (t) e a pH 7 (T). No período avaliado, *os* sistemas de manejo de plantas daninhas **HR** e a testemunha **SC** se destacaram dentre todos *os* demais em ambas as camadas de solo. O sistema **HR** aumentou o teor e a saturação por **Al**, a acidez potencial, diminuiu o **pH**, reduziu *os* teores de **P, K, Ca** e **Mg**, apresentou menores valores de **CTC** efetiva e a pH 7, bem como menores índices de saturação de bases (V) e manteve inalterados *os* teores de matéria orgânica, quando comparados principalmente com a testemunha sem capina (**SC**) e com *os* demais métodos de controle de plantas daninhas. A **SC** mostrou, por outro lado, efeito contrário ao **HR**, aumentando *os* valores de pH e *os* teores de **MO**, diminuindo *os* teores de **Al** e o índice de saturação por **Al** (m), e melhorando *os* teores de **P, K, Ca, Mg, CTC** e V em ambas as camadas de solo. A **RÇ** foi o tratamento que no período mais se aproximou da **SC**. *Os* demais tratamentos não se diferenciaram com algumas exceções como a **RÇ** e a **RT**, o que evidenciou a necessidade de um período observação maior, para destacar as diferenças. A **RT** apresentou menores teores de **P** na camada superficial e maiores teores na subsuperficial, resultado contrário aos demais sistemas de controle. Há evidências de que *os* tratamentos, através dos teores de **MO** acumulados têm uma forte influência nos níveis de fertilidade. O uso constante de **HR** diminuiu a qualidade do solo, por manter inalterado e sem reciclar *os* níveis da **MO**, diminuindo indiretamente todos *os* indicadores químicos da qualidade do solo. A testemunha sem capina, pelo teor de **MO** acrescentado ao solo, aumentou todos *os* indicadores químicos melhorando conseqüentemente a qualidade de solo, do ponto de vista químico. A longo prazo a **SC**, com as eventuais roçadas, mostrou-se como o sistema mais adequado do ponto de vista de qualidade do solo.

3.1.1 ABSTRACT

In the experiment installed at EPAMIG's Experimental Station, at *São* Sebastião do Paraíso - MG, six simple soil samples per plot were collected to evaluate the weed control method effects on some chemical soil quality indicators. The experiment was settled in September 1977, at a coffee tree area with "Catuaí Vermelho" cultivar planted in 4 by 1 m row spacing in a dystrophic purple Oxisol area. Organic matter, P, K, Ca, Mg and Al contents, bases sum (S), pH, effective acidity (H+Al), Al saturation (m), effective CTC and at pH 7 and bases saturation index as chemical indicators were evaluated from 1978 to 1995 in 0 - 15 cm and 15 - 30 cm layers. The experiment had seven treatments and three replications in randomized block design involving 2268 plants. Treatments were mower (MW), coffee tandem disk harrow (TD), rotary tiller (RT), post (CH) and pre-emergence herbicide (RH) application, hand hoe (HH) and no weed control (NC). The treatments were applied in plots with 108 plants at central strip of coffee trees interrows. The area underneath the crown, at branch projection, was kept free of weeds during all time. After 18 years all weed control methods showed strong OM influence on fertility level. The results detached the NC and RH from all other weed control methods in both soil layers. RH increased Al saturation, potential acidity, decreased pH, and presented the lowest P, K, Ca and Mg contents, lower effective and at pH 7 CTC as well as the base saturation index, keeping unchanged the OM content as compared, mainly to the NC treatment and the other weed control methods. NC increased pH and OM content, decreased Al content and Al saturation index, improved P, K, Ca, Mg and CTC in both soil layers. The MW was the closest one from NC treatment. Other weed control systems did not show significant differences except MW and RT suggesting a need of further observations to detect differences. Opposite results were observed at RT treatment, with

small P content at superficial and greater at the deeper layer. Furthermore, RT formed a hard pan at 15 to 30 cm layer. The constant RH use diminished indirectly all soil quality chemical indicators. NC treatment, due to the OM added to soil, improved all chemical indicators improving consequently soil quality, from this point of view. At long term NC treatment, with some occasional mowing, should be the more adequate coffee weed control system.

3.2 INTRODUÇÃO

A conversão de ecossistemas nativos em ecossistemas agrícolas resulta sempre na perda de matéria orgânica do solo, a qual está intimamente associada à qualidade do solo. De acordo com Warkentin (1995), a qualidade de um solo agrícola é a chave para a agricultura sustentável, e segundo Stevenson (1986), a sustentabilidade está alicerçada na ciclagem da matéria orgânica. Infere-se, portanto, que a melhoria da qualidade do solo depende necessariamente o aumento no seu teor de matéria orgânica.

A literatura tem demonstrado uma estreita relação entre o teor de matéria orgânica e a magnitude de vários parâmetros químicos, físicos e biológicos do solo. Vários métodos de manejo do solo podem contribuir para uma melhoria nos teores de matéria orgânica, notadamente em culturas anuais, onde este objetivo tem sido perseguido com o uso do plantio direto e do cultivo mínimo.

Em lavouras perenes, como a cultura do cafeeiro, o manejo do solo se resume basicamente na incorporação de corretivos e fertilizantes e no controle de plantas daninhas. O controle das plantas daninhas em áreas com cafeeiros tem sido feito através de métodos manuais,

mecanizados, químicos e associações destes. De um modo geral, tem-se buscado avaliar os diferentes métodos sob o ponto de vista de suas eficiências e custos no controle das plantas invasoras. Todavia, a influência dos diferentes métodos sobre as condições químicas do solo praticamente não tem sido estudada, principalmente a longo prazo. Diante do exposto, pretendeu-se com o presente estudo avaliar os efeitos de diferentes métodos de controle de plantas daninhas no comportamento de alguns indicadores da qualidade química do solo.

3.3 REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura sustentável, originária do manejo sustentável, envolve a estabilidade de produção, a proteção, a manutenção ou a melhoria dos recursos naturais (Larson e Pierce, 1994). A estabilidade do solo refere-se à sua susceptibilidade às mudanças, quando sob perturbações naturais ou antropogênicas. Os recursos do solo são riquezas não-renováveis no período de algumas gerações, mas dentro de um período geológico, entretanto, é uma fonte renovável de recursos, desde que a capacidade de restaurar-se não tenha sido comprometida pelo manejo inadequado. O solo, quando é degradado além de um nível crítico, tem sua capacidade de restauração prejudicada (Lal, 1993).

Dentre os fatores naturais que influenciam na qualidade do solo, destaca-se a sua fertilidade natural, que depende da rocha matriz, dos fatores climáticos, do tipo e da quantidade de material orgânico adicionado ao solo e dos fatores antrópicos como o manejo do solo (Karlen Eash e Unger, 1992). A avaliação da qualidade de solo é dificultada pela multiplicidade das interações dos tópicos que a definem (Doran e Parkin, 1994).

As características químicas e suas interações com a física e a biologia do solo são relacionadas como indicadores para avaliar o solo qualitativamente. Entre os indicadores químicos, citam-se o teor de carbono orgânico **lábil** e total, o pH, a CTC, o teor de P, K, Ca, Mg e suas interações, dentre outros índices, que são afetados pela presença da matéria orgânica, Karlen, Eash e Unger (1992) e Karlen e Stott (1994).

É consenso entre os pesquisadores que a adoção de técnicas, como o plantio dueto, aumenta a concentração de nutrientes **na** superfície os quais decrescem com a profundidade, caracterizando a sua estratificação no **perfil** do solo, Cervellini (1977); Sidiras e Pavan (1985); Pavan et al. (1986); Eltz, Peixoto e Jaster (1989); Grant e Bailey (1994); Lal, Mahboubi e Fausey (1994); Ismail, Blevins e Frye (1994); Silva, Lemaisnki e Resck (1994); Silva e Ribeiro (1995); Reicosky et al. (1995); Iyamuremye e Dick (1996); Santos e Tomm (1996); Bayer e Mielniczuk (1997). Por outro lado, o cultivo intensivo e o manejo inadequado do solo têm sido a causa do decréscimo do teor de matéria orgânica do solo, depreciando a qualidade deste e consequentemente afetando o rendimento das culturas, (Siqueira et al., 1994; Reicosky et al. 1995).

Nascimento et al.(1991) estudou **a** evolução da matéria orgânica de um LEd submetido a diferentes sistemas de manejo incluindo o plantio direto. Esses autores verificaram que quatro anos foram insuficientes para promover alterações nas propriedades do solo. Rhoton et al. (1993) também observaram que um período de cinco anos é muito curto para avaliar adequadamente **os** efeitos do plantio direto, principalmente em ambientes com precipitações e temperaturas elevadas que aceleram a decomposição da matéria orgânica e com inadequada produção de resíduos vegetais. Por outro lado, Bayer e Mielniczuk (1997), Sidiras e Pavan (1985) e Santos e Tomm, (1996) compararam **o** plantio direto com o convencional em períodos de quatro a cinco anos e

constatarem que ocorreu uma melhoria nos níveis de fertilidade com diminuição nos índices de saturação por Al devido ao acréscimo da matéria orgânica. Resultados semelhantes são relatados ainda por Eltz, Peixoto e Jaster (1989) em estudo com sete anos de duração.

O efeito de sistemas de cultivos, envolvendo a proteção da superfície do solo pelo retorno dos resíduos das culturas ou das plantas invasoras, em maiores intervalos de tempo, tem apresentado também respostas positivas em termos de melhoria nas propriedades químicas. O plantio direto após 12 anos de cultivo aumentou o teor de carbono no solo, resultando em maior atividade microbiana, e na melhoria de seus atributos químicos, como observado por (Karlen et al., 1994b, Aase e Pikul, 1995). Pesquisas com duração de 20 anos (Ismail, Blevins e Frye, 1994) e 28 anos (Lal, Mahboubi e Fausey, 1994) mostraram que os teores de carbono orgânico, de Ca, Mg, K e os valores de pH foram **significativamente** mais altos em cultivos de plantio direto quando comparado com **o** cultivo convencional.

Os resultados obtidos por Santos (1993) sugerem que a rotação de culturas em plantio dueto pode incrementar a recuperação dos níveis de fertilidade do solo resultando em um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das culturas. Para Klein et al.(1990), citados por Siqueira et al.(1994), o ambiente rizosférico possui forte influência do tipo de cobertura vegetal, em função das espécies presente.

Do ponto de vista nutricional, **o** solo sem cobertura vegetal é um grande deserto para microorganismos heterotróficos, pois é nas imediações das raízes (rizosfera) que eles encontram os substratos de que necessitam para sua proliferação (Siqueira et al., 1994).

Os estudos conduzidos com culturas anuais, e em algumas culturas perenes com sistemas de manejo com produção de cobertura morta, revelaram melhoria da fertilidade e de suas propriedades físicas, (Pavan et al., 1986; Cintra et al., 1983)

O controle das plantas daninhas, quando bem manejado, pode contribuir para a melhoria da qualidade do solo, principalmente pela diversidade de espécies de plantas daninhas presentes na cultura. Awatramani (1974) recomenda o uso de um sistema de controle integrado de plantas daninhas em cafeeiros, combinando cultivo reduzido com o uso de herbicidas e utilizando ocasionalmente, uma cobertura morta.

Gallo et al. (1958) observaram que o mato, por ser uma cobertura viva e quando não cortado, compete com os cafeeiros através da mobilização de nutrientes e água. Blanco, Oliveira e Pupo (1982) verificaram após quatro anos de observação que a população de mato provocou quedas de 55,9 a 77,2 % na produção potencial livre da concorrência do mato em cafeeiros em formação. Neste trabalho, ficou ressaltado ainda que o período em que o mato mais prejudica a produção de café vai de outubro a abril, ou seja, do florescimento à frutificação.

De acordo com Awatramani (1974), um velho adágio diz que “a melhor cobertura para o cafezal é o próprio cafeeiro”, numa alusão ao efeito protetor causado pelo acúmulo de folhas caídas do cafeeiro. Dadas às dificuldades do complexo de manejo e da dinâmica das mudanças no uso do solo agrícola, contínua ênfase deveria ser atribuída ao desenvolvimento de práticas e sistemas de manejos agrícolas que beneficiem tanto o agricultor como a sociedade (Lee, 1996) através da melhoria do ambiente.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização e descrição da área experimental

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG, município de São Sebastião do Paraíso, MG, situado a 46 ° 55' W e 20 ° 55' S. O solo foi classificado como Latossolo Roxo distrófico, textura argilosa (com 51,4% de argila, 12,2% de limo, e 36,4% de areia), a vegetação original era de floresta tropical subperenifólia transicional para cerrado. A região apresenta uma precipitação média anual de 1470,4 mm, uma temperatura média anual de 20,8°C, e 27,6° e C 14,1° C de temperatura média máxima e média **mínima**, respectivamente.

3.4.2 Condução da Lavoura

O experimento foi instalado em setembro em setembro de 1977, utilizando-se a cultivar Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-99, plantada no espaçamento 4 x 1 m, totalizando 2268 covas/ha. Desde sua implantação, o experimento recebeu calagens e adubações de acordo com as análises de solo e recomendação da Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais (1989). **As** calagens foram realizadas bianualmente, utilizando-se sempre calcário dolomítico com 80 a 90% de PRNT, com as doses variando de 2,0 a 4,2 t./ha.

As adubações em número de 4 aplicações por ano, foram realizadas a partir das primeiras chuvas (setembro e outubro), empregando-se a fórmula 20-05-20 na quantidade aproximada de 150 a 170 g/cova. Dependendo do resultado da análise de solo, aplicaram-se também 80g /cova de superfosfato simples.

Excepcionalmente nos anos de 1994/95 e 1995/96, a fórmula empregada foi 19,3-00-19,3 na quantidade de 130 a 143g /cova por aplicação. As adubações foliares constaram de três a quatro pulverizações a 0,3 % de sulfato de zinco, ácido bórico, cloreto de potássio, entre os meses de setembro a março. No controle da ferrugem utilizaram-se geralmente quatro pulverizações anuais com oxiclreto de cobre a 1%. Posteriormente utilizou-se um produto a base de cycopronazole (Alto 100) na dosagem de 0,5 l/ha e a partir de 1994 o produto triadimenol (Bayfidan CE) a 1 litro/ha.

A infestação de bicho mineiro foi controlada com aplicações geralmente de abril a julho com ethion (Ethion) a 1,5 l/ha + cipermetrina (Decis) a 100 ml/ha. E, para o controle da broca-do-cafeeiro foi aplicado o endosulfan (Thiodan) a 0,5% v/v na calda de pulverização.

3.4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos **em** três repetições e oito biênios de amostragem (Tabela 15). Conforme a característica **química**, algumas análises somente foram feitas a partir de 1986. Desta forma, o número de biênios de amostragem foi variável dependendo da característica estudada. Cada parcela era composta de 3 fileiras de plantas, com 36 covas cada, conforme o esquema observado nas Figuras 1 e 2 do capítulo 1. **Os** tratamentos consistiram de formas de manejo do mato aplicadas nas **vas** do cafeeiros, conforme **já** descritos na Tabela 15. **A área** da projeção da copa do cafeeiro “saia” foi mantida permanentemente “trilhada” ou livre de plantas daninhas em todos os tratamentos.

Tabela 15. Tratamentos utilizados no estudo "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre os indicadores químicos de qualidade de um LRd". Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Nº	Identificação do tratamento	
01	Roçadeira	RÇ
02	Grade	GR
03	Enxada rotativa	RT
04	Herbicida pós emergência	HC
05	Herbicida pré emergência	HR
06	Capina manual	CM
07	Testemunha sem capina	SC

Para aplicação em pré-emergência, utilizou-se a mistura formulada dos herbicidas, ametryn (2-etilamino-4-isopropilamino-6-metiltio-s-triazina) + simazine (2-cloro-4,6-bis-etilamino-S-triazina) na base de 1.200g + 1.200g de i.a./ha e posteriormente com a nova formulação desta mistura, (1125g + 1125g i.a./ha) e um volume de caldas de 400 litros/ha.

Os herbicidas utilizados em pós-emergência inicialmente foram uma mistura de tanque de Paraquat [1,1'- dimetil-4,4' bupiridílio ion (dicloreto)] + Diquat [1,1'-etileno-2,2 bupiridílio ion (dibrometo)] na proporção de 200g + 200g de ingrediente ativo (i. a.)/ha, respectivamente, aplicado quando as plantas daninhas atingiam a altura de 30 cm. Posteriormente a mistura foi substituída pelo glyphosate, N-(fosfonometil) glicina, que é um produto sistêmico, aplicado na dosagem de 0,72 a 1,44 g/ l do i.a. /ha, dependendo da intensidade da infestação, de modo alternado com a mistura formulada de glyphosate + 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) (160g + 120g/l, respectivamente) na base de 640 + 480 g do i.a./ha.

O número médio de operações para controle de plantas daninhas, no período de 1977 a 1996 foi o seguinte: operações com roçadeira e capina manual cinco; gradagens, passagens da

enxada rotativa e herbicidas de pós-emergência três; aplicações de herbicida de pré-emergência duas vezes, por *ano*.

3.4.4 Amostragem

As coletas de amostras de solo para as análises químicas foram feitas a cada dois *anos*, coincidindo com os *anos* de baixa produção, após a “esparrama de cisco”. As amostras foram coletadas no meio da “rua” central de cada tratamento nas camadas, de 0 a 15cm e 15 a 30cm, coletadas em todos os tratamentos explicitados na Tabela 15, em número de seis amostras simples por parcela.

3.4.5 Análises químicas

O carbono orgânico foi determinado pelo método proposto por Tiurin e modificado por Vettori (1969), pela oxidação da matéria orgânica através do ácido crômico a 0,4 N, procedendo-se a uma titulação com sulfato ferroso amoniacal a 0,05 N. O pH em água foi determinado na análise de reação do solo na proporção solo-água de 1: 2,5. Os cátions integrantes do complexo sortivo e a capacidade de troca de cátions (CTC) foram determinados utilizando o método indireto, pela acidez total (Vettori, 1969). Os demais índices, soma de bases (S), saturação de Al (m) e de bases (V), foram determinados segundo a **Comissão** de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

3.4.6 Análises estatísticas

Antes das análise de variância os dados obtidos foram transformados para raiz de $x + 1$, à exceção daqueles cujos resultados foram dados em percentagem, os quais foram transformados para arco seno raiz de $x/100$. As análises de variâncias foram realizadas segundo o modelo básico exposto na Tabela 16. Conforme descrito, alguns atributos foram avaliados a partir de 1986. Testou-se a significância dos efeitos simples e da interação (tratamentos x biênios de amostragem), pelo teste F. As médias dos tratamentos das análises químicas foram comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. Foram estabelecidas ainda, através de correlações e de regressões, as relações de cada atributo com o teor de matéria orgânica, nas duas camadas (0 a 15 e 15 a 30 cm).

Tabela 16. Quadro de análise de variância do estudo “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre os indicadores químicos da qualidade de um Latossolo Roxo distrófico”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Fontes de variação	Graus liberdade
Blocos	2
Tratamentos	6
Resíduo (a)	12
Parcelas	20
Biênios de amostragem	7
Rep. x Biênios de amostragem (res.b)	14
Trat. x Biênios de amostragem	42
Resíduo (res.c)	84
Total	167

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Matéria Orgânica

O resumo das análises de variâncias envolvendo os teores de MO, nas duas camadas encontra-se na Tabela 1A do Apêndice. Os resultados, discutidos no capítulo anterior, demonstram que o teor de matéria orgânica é afetado significativamente, pelos métodos de controle de plantas daninhas, e esse efeito também se reflete ao longo do tempo de estudo. Os resultados são mais acentuados na camada de 0 a 15 cm do que na camada 15 a 30 cm. O incremento da matéria orgânica na camada de 0 a 15cm, no tratamento testemunha sem capina, foi de 85%, e que na camada inferior de 75%, dados também já apresentados e discutidos anteriormente, nas Tabelas 3 e 4 do Capítulo 1.

3.5.2 Acidez do solo e seus componentes, (pH, H⁺Al, Al, m)

As Tabelas 5 A, 6A, 7A e 8A do Apêndice revelam efeitos significativos dos diferentes métodos de controle de invasoras (tratamentos) e biênios de amostragens nos valores dos diferentes componentes da acidez do solo. No caso do Al, a significância para tratamentos ocorreu apenas na camada de 15 a 30 cm de profundidade.

O comportamento do pH do solo ao longo do período experimental é apresentado nas Tabelas 17 (camada 0 a 15 cm) e na Tabela 18 (camada 15 a 30 cm). Observando-se os valores de pH do solo dentro de cada método de controle de plantas daninhas nas duas camadas, verifica-se

que este se manteve praticamente inalterado durante todo o período experimental. As diferenças são observadas apenas quando se comparam os métodos entre si. Neste particular, a tendência geral, representada pela média dos oito biênios, revela que os maiores valores de pH do solo são encontrados no tratamento mantido sem capina (SC) e os menores valores de pH na área controlada com herbicida de pré-emergência (HR). Nos demais métodos de controle de plantas daninhas, observaram-se valores de pH intermediários aos tratamentos SC e HR. Verifica-se ainda que os valores de pH são mais elevados na camada superficial do solo (0 a 15 cm).

O comportamento descrito para o pH do solo se repete para os demais componentes da acidez do solo (Tabelas 19, 20, 21, 22, 23 e 24).

Fernandes et al. (1997) compararam alguns parâmetros químicos em solo de mata e de campo, em dois locais, nas camadas superficial e subsuperficial e constataram valores elevados de acidez potencial na camada subsuperficial dos solos sob mata.

A elevação do pH, pelo incremento da MO, na camada superficial, foi observada por vários autores em plantio direto. Este fenômeno foi constatado por Ismail, Blevins e Frye (1994), quando compararam o plantio direto com convencional. Hargrove e Thomas (1981) justificaram a acumulação de MO, que é uma característica do plantio direto, à elevação do pH. Sidiras e Pavan, (1985) e Pavan et al. (1986) também demonstraram que a cobertura morta contribuiu para a elevação do pH e para a redução do Al trocável, principalmente nas camadas superficiais. Eckert (1985) debita à MO o papel de complexadora de alumínio solúvel, que se torna disponível com o abaixamento do pH.

Iyamuremye e Dick (1996) demonstram que as mudanças no pH tem sido atribuídas por alguns autores às altas concentrações de cátions de natureza básica e citam, ainda, uma série de estudos que apresentam resultados favoráveis ao efeito da MO na elevação do pH.

Por outro lado, a literatura relata também alguns resultados contraditórios aos obtidos neste trabalho, no sistema de plantio direto, em solos arenosos mostrando aumento da acidez, com o abaixamento do pH, (Dick, 1983; Blevins, Thomas e Cornelius, 1977; Parker e Hamilton, 1993). Esta falta de influência da matéria orgânica sobre o pH é atribuída por Lal, Mahboubi e Fausey (1994), particularmente, à interação dos efeitos de calagem, da rotação e da profundidade de amostragem. Bayer e Mielniczuk (1997) verificaram que os métodos de preparo reduzidos, ou sem preparo do solo também apresentaram menores valores de pH com o aumento da profundidade, enquanto o preparo convencional mostrou uma distribuição uniforme na camada de 0 a 17,5 cm).

No presente estudo, a complexação do Al pela matéria orgânica ficou demonstrada nas Tabelas 21, 22, 23 e 24, pelos menores teores de Al e pela menor saturação por alumínio (m) na camada de 0 a 15 cm, que inversamente, também apresentou maiores teores de matéria orgânica (Tabela 3, capítulo 1), resultado que coincide com os observados por Pavan, (1983); Sidiras e Pavan (1985); Silva e Ribeiro (1995). Por outro lado, os maiores teores e a maior saturação por alumínio (m) ocorreram exatamente na camada onde o teores de MO foi menor (Tabela 3 capítulo 1). Este efeito permitiu discriminar os tratamentos na camada de 0 a 15 cm, mostrando menores teores de Al e de sua saturação (m) na testemunha sem capina SC e maiores no tratamento HR (Tabelas 21, 22, 23 e 24). Os demais tratamentos RÇ, GR, RT, HC e CM apresentaram valores intermediários de saturação por Al (m) e diferentes dos demais, porém estatisticamente iguais entre si. Na camada de 15 a 30 cm, a SC apresentou uma saturação por Al estatisticamente inferior a dos demais métodos de capina, estes entretanto, mostraram-se iguais entre si.

Tabela 17. Valores de **pH** do solo em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de C 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

pH na camada de 0 a 15cm									
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	5,5 a A	6,1 ab A	6,0 ab A	5,9 ab A	5,2 a A	6,6 a A	5,8 a A	6,0 b A	5,9 b
Grade	5,2 a A	6,0 ab A	5,8 abcA	5,6 b A	5,2 a A	6,3 a A	5,7 a A	6,2 b A	5,8 bc
Rotat.	5,4 a A	5,8 ab A	5,5 bc A	5,9 ab A	5,1 a A	6,3 a A	5,5 a A	6,1 b A	5,7 c
H. pós	5,5 a A	5,5 b A	5,8 abcA	6,0 ab A	5,3 a A	6,4 a A	5,7 a A	6,2 b A	5,8 bc
H. pré.	5,4 a A	5,8 ab A	5,3 c A	5,7 b A	5,1 a A	5,6 b A	5,2 a A	6,2 b A	5,5 d
C. man.	5,5 a A	6,0 ab A	6,1 a A	5,8 ab A	5,2 a A	6,3 a A	5,8 a A	6,4 ab A	5,9 b
S. cap.	5,6 a A	6,3 a A	5,9 ab A	6,3 a A	5,4 a A	6,8 a A	5,8 a A	6,8 a A	6,1 a
C.V.	4,41	6,63	7,62	5,43	4,33	6,14	5,86	4,56	1,40

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 18. Valores de **pH** do solo em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

pH na camada de 15 a 30cm									
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad	5,4 a A	5,3 a A	5,4 ab A	5,2 abc A	5,4 a A	6,4 b A	5,9 a A	5,9 a A	5,6 ab
Grade	4,8 a A	5,4 a A	5,4 ab A	5,5 ab A	5,4 a A	6,4 b A	5,7 ab A	5,8 a A	5,6 ab
Rotat.	5,0 a A	5,2 a A	4,9 b A	5,5 ab A	5,2 a A	6,2 b A	5,7 ab A	6,0 a A	5,5 bc
H. pós	5,3 a A	5,4 a A	5,2 b A	5,3 abc A	5,3 a A	6,1 b A	5,5 ab A	5,2 b A	5,4 bc
H. pré	5,2 a A	5,5 a A	5,0 b A	4,9 bc A	4,8 a A	5,2 c A	5,1 b A	5,2 b A	5,1 c
C.man	5,3 a A	5,5 a A	5,1 b A	4,8 c A	5,1 a A	6,3 b A	5,7 ab A	5,9 a A	5,5 bc
S.cap.	5,4 a A	5,7 a A	5,9 a A	5,6 a A	5,4 a A	7,0 a A	6,1 a A	6,4 a A	5,9 a
C.V.	4,85	9,06	4,65	7,16	4,37	5,45	7,08	5,75	7,85

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 19. Acidez potencial (**H+Al**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

H+Al em mmol_e.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	2,43 a A	3,97 a A	1,97 bc A	2,40 ab A	2,20 a A	2,59 b
Grade	3,10 a A	4,30 a A	2,60 ab A	2,10 ab A	2,07 a A	2,83 b
Rotat.	2,90 a A	4,30 a A	2,63 ab A	2,23 ab A	2,17 a A	2,85 b
H. pós	2,30 a A	4,13 a A	2,13 bc A	2,20 ab A	2,07 a A	2,57 b
H. pré.	2,57 a A	4,47 a A	3,87 a A	3,50 a A	2,50 a A	3,38 a
C. man.	3,00 a A	3,80 a A	2,27 bc A	2,77 ab A	2,10 a A	2,79 b
S. cap.	2,03 a A	3,20 a A	1,40 c A	1,57 b A	1,57 a A	1,95 c
C.V.	6,97	9,84	9,81	12,67	5,88	2,17

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 20. Acidez potencial (**H+Al**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

H+Al em mmol_e.dm⁻³ na camada de 15 a 30cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	2,33 a A	3,66 a A	2,34 a A	2,52 a A	2,63 a A	2,68 b
Grade	1,90 a A	3,65 a A	2,10 a A	2,17 a A	2,83 a A	2,50 b
Rotat	2,30 a A	4,29 a A	2,23 a A	2,26 a A	2,35 a A	2,64 b
H. pós	3,02 a A	4,23 a A	2,19 a A	2,60 a A	2,95 a A	2,97 ab
H. pré.	2,52 a A	4,76 a A	3,49 a A	2,80 a A	3,95 a A	3,46 a
C. man.	2,99 a A	4,19 a A	2,66 a A	2,21 a A	2,99 a A	2,98 ab
S. cap.	2,33 a A	3,06 a A	1,57 a A	1,43 a A	1,73 a A	2,00 c
C.V.	8,11	6,99	12,67	6,41	5,30	10,53

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 21. Teores de **Al** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do **Paraíso**, EPAMIG, 1997.

	Al em mmol _c .dm ⁻³ na camada de 0 a 15cm								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	0,30 a A	0,10 a A	0,20 b A	0,10 a A	0,17 a A	0,10 b A	0,13 a A	0,10 a A	0,15 ab
Grade	0,20 a A	0,10 a A	0,20 b A	0,13 a A	0,10 a A	0,10 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,13 ab
Rotat.	0,23 a A	0,10 a A	0,26 b A	0,10 a A	0,19 a A	0,10 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,15 ab
H. pós	0,23 a A	0,10 a A	0,26 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,10 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,14 ab
H. pré.	0,20 a A	0,19 a A	0,58 a A	0,10 a A	0,13 a A	0,33 a A	0,10 a A	0,07 a A	0,21 a
C.man.	0,20 a A	0,10 a A	0,19 b A	0,10 a A	0,13 a A	0,10 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,13 ab
S. cap.	0,13 a A	0,10 a A	0,22 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,10 b A	0,10 a A	0,10 a A	0,12 b
C.V.	4,21	4,85	11,33	1,74	4,51	10,66	1,79	1,98	4,11

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 22. Teores de **Al** em função dos tratamentos e biênios de amostragem na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do **Paraíso**, EPAMIG, 1997.

	Al em mmol _c .dm ⁻³ na camada de 15 a 30cm								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	0,80 b B	0,10 a B	0,64 c A	0,10 a B	0,25 a B	0,10 b B	0,13 a B	0,10 a B	0,19 b
Grade	0,84 b B	0,13 a B	0,66 c A	0,10 a B	0,10 a B	0,10 b B	0,10 a B	0,10 a B	0,18 b
Rotat.	0,82 b B	0,13 a B	1,30 a A	0,10 a B	0,25 a B	0,10 b B	0,10 a B	0,10 a B	0,25 ab
H. pós	0,77 b B	0,16 a B	1,08 ab A	0,13 a B	0,16 a B	0,17 b B	0,20 a B	0,16 a B	0,25 ab
H. pré.	0,88 ab BC	0,16 a C	1,21 ab A	0,20 a C	0,17 a C	0,59 a B	0,13 a C	0,22 a C	0,34 a
C.man.	1,02 a A	0,10 a B	0,84 bc A	0,20 a B	0,17 a B	0,16 b B	0,10 a B	0,10 a B	0,26 ab
S. cap.	0,77 b A	0,13 a B	0,96 abc A	0,10 a B	0,13 a B	0,10 b B	0,10 a B	0,10 a B	0,20 b
C.V.	16,88	5,14	11,60	4,37	10,51	13,22	3,83	7,25	7,63

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 23. Saturação por alumínio (m) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	m g/kg na camada de 0 a 15cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	2,00 b B	6,00 bc A	2,00 b B	4,00 ab B	1,50 bc B	3,10 b
Grade	4,67 a A	4,33 cd A	2,00 b B	2,00 b B	1,33 bc B	2,87 bc
Rotat	2,67 ab AB	4,67 cd A	2,17 b B	2,00 b B	2,00 ab B	2,70 bc
H. pós	2,33 ab B	7,00 b A	1,83 b B	1,67 b B	1,33 bc B	2,83 bc
H. pré.	2,67 ab C	13,17 bc A	3,00 a BC	6,67 a B	2,50 a C	5,60 a
C. man.	2,67 ab B	6,00 bc A	2,00 b B	1,33 b B	1,50 bc B	2,70 bc
S. cap.	1,67 b B	4,00 d A	1,00 c B	1,00 b B	1,00 c B	1,73 c
C.V.	18,91	4,60	2,70	3,02'	3,01	18,26

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 24. Saturação por alumínio (m) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	m g/kg na camada de 15 a 30cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	6,28 a A	3,16 a A	3,28 a A	6,50 a A	3,41 a A	4,44 b
Grade	5,91 a A	3,70 a A	2,00 a A	4,32 a A	3,00 a A	3,67 b
Rotat	5,60 a A	4,12 a A	2,00 a A	3,32 a A	2,64 a A	3,43 b
H. pós	7,48 a A	6,17 a A	1,63 a A	4,91 a A	5,22 a A	4,85 b
H. pré.	12,03 a A	8,16 a A	6,03 a A	7,25 a A	15,34 a A	9,51 a
C. man.	15,69 a A	6,01 a A	1,30 a A	3,22 a A	4,00 a A	5,20 b
S. cap.	4,65 a A	3,34 a A	1,00 a A	1,63 a A	1,83 a A	2,32 b
C.V.	27,06	31,28	33,39	30,71	33,29	37,02

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

3.5.3 P, K, Ca + Mg, Ca, Mg e soma de bases (S)

Nas Tabelas 5 A, 6 A, 8 A e 9 A do Apêndice, observa-se que houve efeito significativo para tratamento e interação tratamento x biênio nos valores de P, K, Ca + Mg, Ca, Mg, e S, em todas as camadas analisadas, à exceção do K e do Mg na camada de 15 a 30 cm e das interações entre tratamentos x biênios, nas análises do Ca e soma de bases (S) na camada de 0 a 15 cm.

Os vários métodos de capina afetaram, de maneira geral, a disponibilidade de P, K, Ca e Mg no solo. Nas Tabelas 25 a 34, dois aspectos podem ser destacados: o primeiro é que a camada superficial apresentou sempre teores mais elevados dos nutrientes relacionados do que na camada subsuperficial; o segundo é que, dentro de uma mesma camada, os diversos métodos de capina apresentaram diferentes teores dos nutrientes, evidenciando diferenças nos tratamentos, dentro de uma mesma camada.

A influência dos tratamentos sobre os teores de P na camada superficial mostrou diferença acentuada, apenas entre o tratamento testemunha sem capina SC (37,8 mg.dm⁻³) e os outros tratamentos, sendo estes iguais entre si, (com valores entre 13,3 a 16,7 mg.dm⁻³) (Tabela 25). Este resultado coincide também com o maior teor de MO no tratamento SC, na camada superficial, (Tabela 3). Na camada de 15 a 30 cm (Tabela 26), entretanto, constataram-se diferenças nos teores de P, entre os métodos de capina, permanecendo a testemunha SC com maior teor de P (4,0 mg.dm⁻³), seguida da enxada rotativa, RT (com 3,4 mg.dm⁻³) e os métodos

(RÇ, GR, HC, e HC) sem diferirem entre si, foram diferentes do tratamento com herbicida de pré-emergência, HR que teve o mais baixo teor de P ($2,0 \text{ mg.dm}^{-3}$), Tabela 26.

Estes resultados se explicam pelo fato do P ser um elemento de baixa mobilidade, dando origem, portanto, a teores mais elevados na camada superficial. Na camada subsuperficial, além da SC o tratamento RT apresenta maior teor de P do que os demais métodos, devido ao transporte do nutriente provocado pela incorporação que o implemento promove nesta camada. O fato da SC apresentar maiores teores de P, pode também estar relacionado ao maior suprimento deste elemento pela MO, pela liberação deste elemento causado pela elevação do pH, além daquele que foi colocado pela adubação realizada ao longo dos anos, fato que pode também ser constatado na camada de 15 a 30 cm, e pela maior proteção à erosão conferida pela testemunha SC, já comentado no Capítulo 1.

Tabela 25. Teores de P em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	P em mg.dm^{-3} na camada de 0 a 15cm								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	8,8 a AB	14,2 a AB	3,0 a B	16,0 a AB	16,8 b AB	30,0 b A	16,5 bc AB	27,9 b A	16,7 b
Grade	6,0 a C	4,0 a C	1,3 a C	10,7 a BC	8,7 b C	34,4 b AB	8,5 bc C	46,4 b A	15,0 b
Rotat.	4,5 a B	5,9 a B	2,6 a B	12,4 a AB	14,8 b AB	32,9 b A	19,1 bc AB	42,3 b A	16,2 b
H. pos	6,7 a BC	5,8 a BC	1,6 a B	7,5 a BC	9,3 b BC	38,7 b A	26,0 b AB	36,9 b A	16,6 b
H. pré.	9,0 a AB	2,6 a B	2,3 a B	11,7 a AB	4,9 b B	46,4 ab A	4,9 c B	40,1 b A	15,2 b
C. man	6,1 a BC	7,9 ab C	1,9 a C	5,8 a BC	8,1 b BC	20,9 b AB	19,7 bc ABC	35,6 b A	13,3 b
S. cap.	2,4 a B	15,2 a B	1,2 a B	8,4 a B	56,1 a A	74,5 a A	59,5 a A	85,3 a A	37,8 a
C.V.	38,55	51,86	19,36	25,31	27,01	33,32	45,23	19,22	25,71

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 26. Teores de P em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

P em mg.dm ⁻³ na camada de 15 a 30 cm									
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Media
Roçad.	1,1 a B	1,3 a B	1,4 a B	0,9 a B	2,6 b AB	3,7 a A	2,3 bc AB	2,7 b AB	2,0 c
Grade	2,5 a BCD	1,3 a CD	0,9 a CD	0,3 a D	2,4 b BC	4,5 a A	2,0 c ABC	3,3 b AB	2,2 bc
Rotat	1,2 a C	1,1 a C	1,3 a C	2,0 a C	3,7 b B	3,2 a B	8,0 a A	6,4 a A	3,4 ab
H. pós	1,4 a C	1,3 a C	1,0 a C	1,7 a C	3,4 b AB	4,3 a A	2,3 bc BC	3,2 b AB	2,3 bc
H. pré.	1,8 a B	2,2 a B	1,0 a B	0,7 a B	2,2 b B	4,7 a A	1,7 c B	2,5 b B	2,0 c
C. man	1,2 a B	1,1 a B	1,0 a B	0,9 a B	3,6 b A	3,2 a A	3,3 b A	2,9 b A	2,2 bc
S. cap.	1,3 a C	1,3 a C	1,0 a C	1,4 a C	6,7 a A	4,0 a B	8,5 a A	7,5 a A	4,0 a
C.V.	14,01	18,09	20,44	16,65	16,52	22,12	9,05	9,04	17,53

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

A maior disponibilidade de P na presença de ácidos orgânicos foi confirmada por Iyamuremye e Dick (1996). Citando vários estudos, Packer e Hamilton (1993) relataram resultados semelhantes quando Compararam o sistema de plantio direto com sistemas de plantio tradicionais. Pavan et al. (1986) também mostraram que o P apresentou teores mais elevados na camada de 0 a 20 cm devido aos conseqüentes aumentos na disponibilidade do P inorgânico, à mudança favorável pela neutralização da acidez, além dos incrementos de P promovidos pela MO oriunda do “mulch”. Fernandes et al. (1997) e Bayer e Mielniczuk (1997) também observaram maiores teores de P nas camadas superficiais do solo com o maior teor de MO.

Os métodos de capina afetaram os teores de K (Tabelas 27 e 28), de Ca + Mg (Tabelas 29 e 30) de maneira semelhante ao P, porém de modo inverso entre as camadas, permitindo inferir diferenças entre os métodos apenas na camada superficial, onde o tratamento SC apresentou os

maiores teores de K (156 mg.dm^{-3}) e de Ca + Mg ($6,1 \text{ mmol. dm}^{-3}$) e o tratamento HR os menores teores de K (101 mg.dm^{-3}) e de Ca + Mg ($3,0 \text{ mmol. dm}^{-3}$) e os demais tratamentos RÇ, GR, HC, e CM, com valores intermediários aos dois extremos (SC e HR), sem diferirem entre si. Os cátions Ca e Mg, respectivamente, (Tabelas 31 e 32) e (Tabelas 33 e 34), medidos isoladamente a partir de 1986 mostraram o mesmo comportamento entre as duas camadas, com diferenças significativas entre o maior teor observado na testemunha SC, o menor na HR e os valores intermediários nos demais tratamentos (RÇ, GR, RT, HC e CM) o que evidencia o mesmo comportamento, observado sobre os outros elementos. Os teores dos elementos foram diferentes entre os tratamentos apesar de receberem a mesma quantidade de fertilizantes ao longo do período experimental.

Tabela 27 - Teores de K em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	K em mg.dm^{-3} na camada de 0 a 15cm								Média
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	
Roçad	149 ab A	136 a A	150 ab A	163 ab A	143 a A	62 a B	99 a AB	134 b A	130 ab
Grade	171 ab A	125 a AB	118 abc AB	109 ab AB	89 a B	108 a AB	145 a AB	115 b AB	122 bc
Rotat	118 b AB	59 b B	85 c AB	108 bc AB	99 a AB	77 a B	123 a AB	153 ab A	103 bc
H.pos	133 ab AB	138 a AB	113 abc ABC	87 c BC	107 a ABC	63 a C	148 a AB	171 ab A	120 bc
H.pré.	138ab A	66 b B	85 c AB	104 bc AB	106 a AB	86 a AB	95 a AB	129 b AB	101 c
C.man	180ab A	96 ab BC	108 bc ABC	116 bc ABC	124 a ABC	75 a C	148 a AB	167ab AB	127 abc
S. cap.	194 a ABC	119 a CD	173 a ABC	223 a A	132 a BCD	79 a D	122 a BCD	207 a AB	156 a
C.V.	10,82	16,61	7,39	13,22	18,96	20,78	16,01	9,43	10,24

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 28. Teores de **K** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	K em mg.dm ⁻³ na camada de 15 a 30 cm								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	70,5 a A	88,4 a A	73,7 a A	55,0 a A	125,9 a A	64,3 a A	62,6 a A	67,3 a A	74,7 a
Grade	73,5 a A	84,2 a A	72,1a A	50,0 a A	101,4 a A	89,4 a A	108,4 a A	84,9 a A	82,1 a
Rotat.	51,8 a A	56,9 a A	59,2a A	60,9 a A	87,9 a A	102,8 a A	102,4 a A	87,8 a A	74,9 a
H. pós	59,0 a A	70,3 a A	69,1a A	67,5 a A	95,9 a A	75,7 a A	76,0 a A	124,0 a A	78,7 a
H. pré.	59,1 a A	56,6 a A	56,6a A	56,3 a A	90,5 a A	52,4 a A	54,5 a A	72,6 a A	61,9 a
C.man.	63,0 a A	62,5 a A	59,5a A	55,8 a A	119,4 a A	92,7 a A	99,1 a A	94,8 a A	79,4 a
S. cap.	78,5 a A	94,0 a A	92,2a A	88,5 a A	116,0 a A	50,9 a A	103,5 a A	95,0 a A	88,8 a
C.V.	12,90	27,82	17,31	20,29	17,24	15,04	16,18	16,19	28,38

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 29. Teores de **Ca + Mg** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	Ca + Mg em mmolc.dm ⁻³ na camada de 0 a 15cm								
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	2,8 a B	5,4 a A	4,4 a AB	4,7 abAB	3,8 b AB	5,5 ab A	5,0 bc AB	6,2 abA	4,7 b
Grade	2,6 a B	4,1 a AB	3,6 ab AB	3,0 b B	2,7 b B	4,6 bc AB	4,1 c AB	6,4 abA	3,9 b
Rotat.	2,5 a BC	3,4 a BCD	2,1 bc C	3,6 ab ABCD	3,5 b BCD	4,7 bc ABC	5,4 bc AB	6,3 abA	3,9 b
H. pós	2,7 a B	4,0 a AB	2,8 abcB	4,1 ab AB	2,8 b B	5,6 ab A	5,5 bc A	6,3 abA	4,2 b
H. pré.	3,3 a AB	3,2 a AB	1,6 c B	3,3 ab AB	2,3 b B	2,9 c AB	2,3 dB	5,1 b A	3,0 c
C.man.	2,5 a B	4,2 a AB	3,3 ab B	3,3 ab B	2,8 b B	4,7 bc AB	6,7 b A	6,6 abA	4,3 b
S. cap.	3,0 a DE	4,9 a CD	2,3 bc E	5,2 a CD	5,9 a ABC	7,8 a ABC	10,3 a A	9,0 aAB	6,1 a
C.V.	10,16	17,24	23,6	9,00	9,30	20,78	14,60	7,18	9,5

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 30. Teores de **Ca+Mg** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

Ca+Mg em mmol_c.dm⁻³ na camada de 15 a 30cm									
	1980	1982	1984	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	0,8 aBC	0,6 a C	1,5 aABC	1,4 aABC	3,0 b A	2,6 b AB	2,3 bc ABC	2,8 bc A	1,9 b
Grade	0,8 a C	1,3 a BC	1,2 a C	1,5 a BC	4,3 b A	2,4 b BC	1,8 bc BC	3,1 b AB	2,1 b
Rotat.	1,1 a C	1,3 a BC	1,2 a C	1,6 a BC	3,0 b ABC	2,2 b ABC	3,1 abc A	3,6 b A	2,1 b
H. pós	1,1 a B	1,5 a B	1,2 a B	1,5 a B	3,5 b A	1,9 b AB	2,2 bc AB	2,5 bc AB	2,0 b
H. pré.	1,2 a A	1,6 a A	0,9 a A	1,5 a A	1,6 c A	1,6 b A	1,6 c A	1,5 c A	1,5 b
C. man	1,2 a B	1,0 a B	1,3 a B	0,9 a B	3,8 b A	2,1 b AB	3,2 ab A	2,4 bc AB	2,0 b
S. cap.	1,5 a D	1,3 a D	1,7 a D	1,6 a D	5,9 a AB	4,3 a BC	3,8 a C	6,1 a A	3,3 a
C.V.	12,64	18,70	13,93	13,00	17,01	8,68	15,29	14,67	26,40

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 31. Teores de **Ca** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

Ca em mmol_c.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	3,23 a A	2,90 b A	4,20 b AB	4,50 bc AB	4,80 b A	3,93 b
Grade	2,27 a A	2,00 b A	3,50 b A	3,37 bc A	4,83 b A	3,19 bc
Rotat.	2,93 a A	2,57 b A	3,53 b A	4,33 bc A	4,83 b A	3,64 b
H. pós	3,10 a A	2,23 b A	4,13 b A	4,40 bc A	4,77 b A	3,73 b
H. pré.	2,70 a A	1,90 b A	2,03 c A	2,10 c A	4,20 b A	2,59 c
C. man.	2,53 a A	2,13 b A	3,40 b A	5,37 ab A	4,90 b A	3,67 b
S. cap.	3,90 a A	4,47 a A	5,83 a A	8,20 a A	7,53 a A	5,98 a
C.V.	8,65	8,64	6,63	14,19	8,18	3,37

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 32. Teores de **Ca** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

Ca em mmol_e.dm⁻³ na camada de 15 a 30cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	0,96 a B	2,26 b B	4,17 bc A	1,92 bc B	2,15 bc B	2,20 b
Grade	1,15 a B	2,00 b AB	3,36 c A	1,53 bc B	2,34 b AB	2,02 b
Rotat	1,25 a B	2,17 b B	4,32 bc A	2,32 b B	2,56 b B	2,45 b
H. pós	1,15 a B	2,15 b B	4,37 bc A	1,70 bc B	1,72 bc B	2,12 b
H. pré.	0,90 a A	1,23 b A	2,09 d A	1,01 c A	1,19 c A	1,26 c
C. man.	0,70 a C	2,20 b B	5,31 b A	2,61 b B	1,93 bc B	2,37 b
S. cap.	1,17 a C	4,27 a B	8,09 a A	5,90 a AB	4,70 a B	4,53 a
C.V.	12,45	14,24	14,19	13,59	9,08	18,54

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 33. Teores de **Mg** função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

Mg em mmol_e.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	1,33 a AB	0,90 b B	1,37 bc AB	0,83 bc B	1,47 a A	1,18 b
Grade	0,73 b B	0,77 bc B	1,17 bc AB	0,77 bc B	1,63 a A	1,01 b
Rotat.	0,93 b A	0,93 b A	1,27 bc A	1,10 b A	1,43 a A	1,09 b
H. pós	1,00 ab AB	0,60 bc B	1,50 b A	1,13 b AB	1,53 a A	1,15 b
H. pré.	0,67 b AB	0,47 c B	1,03 c A	0,20 c B	0,63 b AB	0,60 c
C. man.	0,80 b BC	0,67 bc C	1,33 bc AB	1,43 ab AB	1,67 a A	1,18 b
S. cap.	1,37 a B	1,50 a AB	1,97 a AB	2,23 a A	1,70 a AB	1,75 a
C.V.	6,65	8,50	6,75	14,70	2,11	2,03

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 34. Teores de **Mg** em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

Mg em mmol_c.dm⁻³ na camada de 15 a 30cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	0,42 a A	0,80 a A	0,80 a A	0,32 a A	0,59 a A	0,59 b
Grade	0,32 a A	1,87 a A	0,74 a A	0,26 a A	0,75 a A	0,73 ab
Rotat.	0,33 a A	0,80 a A	1,10 a A	0,76 a A	1,00 a A	0,78 ab
H. pós	0,29 a A	1,17 a A	1,09 a A	0,52 a A	0,72 a A	0,73 ab
H. pré.	0,59 a A	0,33 a A	0,19 a A	0,59 a A	0,50 a A	0,40 b
c. man.	0,20 a A	1,33 a A	1,40 a A	0,54 a A	0,33 a A	0,75 ab
S. cap.	0,43 a A	1,55 a A	2,18 a A	1,04 a A	1,36 a A	1,26 a
C.V.	10,75	29,37	14,70	16,44	14,55	26,32

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 35. Soma de bases (**S**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

S em mmol_c.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm							
	1986	1988	1991	1993	1995	Média	
Roçadeira	5,00 ab AB	4,23 b B	5,67 b AB	5,60 bc AB	6,57 bc A	5,41 b	
Grade	3,27 c BC	2,97 bc C	4,90 b B	4,50 bc BC	7,10 b A	4,55 b	
Rotativa	4,10 bc B	3,77 bc B	4,93 b AB	5,77 b AB	6,47 bc A	5,00 b	
H. pós	4,33 abc BC	3,07 bc C	5,73 b AB	5,90 b AB	6,77 b A	5,16 b	
H. pré.	3,63 bc AB	2,60 c B	3,27 c AB	2,53 c B	5,03 c A	3,41 c	
C. manual	3,63 bc B	3,27 bc B	4,93 b AB	7,17 ab A	7,00 b A	5,20 b	
S. capina	5,83 a B	6,27 a B	8,00 a AB	10,73 a A	9,50 a A	8,07 a	
C.V.	7,87	8,93	5,66	14,17	5,99	3,77	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 36. Soma de bases (S) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

S em mmol _c .dm ⁻³ na camada de 15 a 30cm						
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçadeira	1,55 a C	3,40 b AB	5,21 bc A	2,43 bc BC	2,90 bc BC	3,00 bc
Grade	1,67 a B	2,88 bc AB	4,50 c A	2,10 bc B	3,28 b AB	2,81 bc
Rotativa	1,71 a C	3,20 bc BC	5,76 bc A	3,31 b BC	3,81 b AB	3,45 b
H. pós	1,63 a B	2,97 bc B	5,83 bc A	2,43 bc B	2,76 bc B	3,00 bc
H. pré.	1,61 a A	1,86 c A	2,52 d A	1,75 c A	1,69 c A	1,88 c
C. manual	1,03 a C	3,18 bc B	7,06 b A	3,40 b B	2,70 bc B	3,24 b
S. capina	2,15 a C	6,11 a B	10,57 a A	7,21 a B	6,31 a B	6,17 a
C.V.	12,75	13,52	14,17	14,89	10,16	19,75

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

No presente estudo, as médias da soma de bases (S) dos tratamentos, na camada de 0 a 15 cm (Tabela 35), refletiram o mesmo comportamento que o demonstrado sobre as bases, revelando diferenças entre a SC, com o maior valor de S, e o HR com o menor. Os demais tratamentos RC, GR, RT, HC e CM com valores de S intermediários, sem diferenças entre si. Na camada de 15 a 30 cm (Tabela 36) as diferenças foram semelhantes, porém, com valores de S menores. Pavan et al. (1986) obtiveram maior teor de bases trocáveis em tratamentos com “mulch” em cafeeiros quando comparado a tratamentos sem “mulch”. Resultados semelhantes têm sido de constatação unânime por vários autores em sistemas de plantio direto, mostrando o aumento na concentração de bases trocáveis do solo na camada superficial e a diminuição nas camadas mais profundas, caracterizando uma estratificação dos nutrientes no perfil do solo (Cruz,

1982; Muzzilli, 1983; Sidiras e Pavan, 1985; Eltz, Peixoto e Jaster, 1989; Robbins e Voss, 1991; Rhoton et al. 1993; Santos, 1993 e Ismail, Blevins e Fryer, 1994; Bayer e Mielniczuk 1997).

3.5.4 CTC efetiva (**t**), a pH 7 (**T**) e a saturação de bases (**V**)

Nas Tabelas 10 A e 11 A do Apêndice, verifica-se que houve efeito significativo para tratamento, mas as interações tratamento \times biênio apresentaram efeitos significativos apenas nas camadas de 15 a 30 cm.

A CTC efetiva (**t**), na camada superficial (Tabela 37), foi maior que a observada na camada subsuperficial (Tabela 38) independente dos tratamentos. Entretanto dentro da mesma camada foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento de menor valor de **t** (portanto maior acidez efetiva) foi o HR e o maior valor de **t** (significando menor acidez efetiva) foi a SC, em ambas as camadas. A RÇ, GR, RT, HC e CM apresentaram o mesmo comportamento, nas duas camadas, alternando, porém, ligeiramente as posições na camada inferior (de 15 a 30 cm) (Tabela 38). Com relação à CTC no pH 7 (**T**), na camada de 0 a 15 cm, a diferença foi observada apenas entre a SC e os demais métodos de capina sendo estes iguais entre si (Tabela 39).

Na camada subsuperficial, o maior valor se observou também na SC e os menores, nos tratamentos HR e GR, permanecendo os demais em posição intermediária (Tabela 40). Silva et al. (1994) observaram diminuição da CTC efetiva quando se reduziu o teor de MO. Outros autores também verificaram o mesmo comportamento da CTC em função da MO (Rhoton et al., 1993; Sidiras e Pavan, 1985; Santos, 1993). A saturação de bases (**V**) mostrou também o mesmo desempenho dos tratamentos, que os observados com relação à CTC efetiva e a pH 7.

Tabela 37. CTC efetiva (**t**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	t mmol_e.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	5,10 ab A	4,67 ab A	5,77 b A	5,73 bc A	6,83 b A	5,62 b
Grade	3,40 c BC	3,07 bc C	5,00 b AB	4,60 bc ABC	6,77 b A	4,57 bc
Rotat	4,17 bc B	3,93 bc B	5,03 b AB	5,87 b AB	6,57 b A	5,11 b
H. pós	4,40 bc BC	3,17 bc C	5,83 b AB	6,00 b AB	6,87 b A	5,25 b
H. pré.	3,73 bc AB	2,73 c B	3,60 c AB	2,70 c B	5,53 b A	3,66 c
C. man.	3,73 bc BC	2,80 c C	5,30 b AB	7,27 ab A	7,10 b A	5,19 b
S. cap.	5,90 a B	6,37 a B	8,10 a AB	10,83 a A	9,60 a A	8,15 a
C.V.	7,62	10,32	5,17	13,82	6,85	3,76

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 38. CTC efetiva (**t**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	t mmol_e.dm⁻³ na camada de 15 a 30cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	1,65 a C	3,50 b AB	5,37 bc A	2,58 bc BC	3,00 bc BC	3,12 bc
Grade	1,77 a B	3,00 bc AB	4,59 c A	2,20 bc B	3,38 bc AB	2,92 bc
Rotat	1,81 a C	3,30 bc BC	5,86 bc A	3,41 b BC	3,91 b AB	3,56 b
H. pós	1,76 a B	3,11 bc B	5,93 bc A	2,56 bc B	2,89 bc B	3,13 bc
H. pré.	1,82 a A	1,99 c A	2,69 d A	1,89 c A	2,06 c A	2,08 c
C. man.	1,23 a C	3,32 bc B	7,17 b A	3,50 b B	2,80 bc B	3,38 b
S. cap.	2,25 a C	6,26 a B	10,67 a A	7,31 a B	6,41 a B	6,29 a
C.V.	11,52	13,01	13,82	14,25	9,60	18,82

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 39. CTC a pH 7 (**T**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	T mmol_e.dm⁻³ na camada de 0 a 15cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	7,43 ab A	8,20 ab A	7,63 b A	8,00 bc A	8,77 b A	8,00 b
Grade	6,37 bc A	7,27 b A	7,50 b A	6,60 bc A	8,80 b A	7,31 b
Rotat	6,90 abc A	7,50 ab A	7,57 b A	8,00 bc A	8,67 b A	7,13 b
H. pós	6,63 bc A	7,17 b A	7,87 b A	8,10 bc A	8,80 b A	7,71 b
H. pré.	6,20 c A	7,07 b A	7,03 b A	6,03 c A	7,87 b A	6,84 b
C. man.	6,63 bc A	6,50 b A	7,17 b A	9,93 ab A	9,10 a A	7,87 b
S. cap.	7,87 a A	9,47 a A	9,40 a A	12,30 a A	11,07 a A	9,62 a
C.V.	3,94	6,51	4,44	6,69	4,47	3,95

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 40. CTC a pH 7 (**T**) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	T mmol_e.dm⁻³ na camada de 15 a 30 cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	3,88 a C	7,06 b AB	7,87 bc A	5,05 b C	5,56 b BC	5,80 bc
Grade	3,59 a B	6,62 b A	6,59 cd A	4,26 b B	6,13 b A	5,37 c
Rotat	4,06 a C	7,52 ab AB	8,00 bc A	5,59 b BC	6,19 b AB	6,19 bc
H. pós	4,66 a C	7,33 b AB	8,07 bc A	5,03 b C	5,73 b BC	6,10 bc
H. pré.	4,18 a C	6,60 b A	6,02 d AB	4,56 b BC	5,60 b ABC	5,36 c
C. man.	4,03 a C	7,54 ab B	9,78 b A	5,71 b BC	5,66 b BC	6,41 b
S. cap.	4,50 a C	9,23 a B	12,16 a A	8,68 a B	8,07 a B	8,34 a
C.V.	5,12	5,17	9,88	8,04	4,74	8,39

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 41. Saturação de bases (V) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 0 a 15 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997

	V g/kg na camada de 0 a 15cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	67,3 ab A	49,8 ab B	74,2 b A	65,0 b A	74,2 b A	66,1 b
Grade	51,0 c BC	39,5 b C	65,2 b AB	68,3 b AB	77,7 ab A	60,3 bc
Rotat	59,0 bc AB	44,7 b B	64,8 b A	71,7 ab A	74,5 b A	62,9 b
H. pós	65,0 abc A	41,3 b B	72,7 b A	72,0 ab A	73,0 b A	64,8 b
H. pré.	58,7 bc AB	36,3 b C	47,8 c BC	42,3 c BC	68,3 b A	52,7 c
C.man.	54,7 bc BC	39,5 b C	67,7 b AB	73,0 ab A	77,3 ab A	62,4 b
S. cap.	73,7 a AB	61,2 a A	84,8 a A	87,6 a A	86,3 a A	78,7 a
C.V.	8,60	12,18	7,00	11,81	6,31	5,06

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Tabela 42. Saturação de bases (V) em função dos tratamentos e biênios de amostragem, na camada de 15 a 30 cm. Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, EPAMIG, 1997.

	V g/kg na camada de 15 a 30cm					
	1986	1988	1991	1993	1995	Média
Roçad.	39,32 ab B	46,32 b AB	66,16 b A	47,76 bc AB	51,55 b AB	50,26 b
Grade	47,68 a AB	42,54 bc B	68,37 b A	49,00 bc AB	53,53 b AB	52,30 b
Rotat	43,14 a BC	38,89 bc C	71,69 b A	59,42 b BC	61,10 b AB	55,00 b
H. pós	35,52 ab B	40,21 bc B	72,34 b A	48,32 bc B	47,79 b B	48,95 b
H. pré.	38,34 ab A	28,16 c A	42,27 c A	38,24 c A	29,83 c A	35,27 c
C.man.	26,27 b C	40,00 bc BC	73,14 b A	59,69 b AB	47,66 b B	49,33 b
S. cap.	47,65 a C	61,99 a BC	87,14 a A	82,67 a A	77,30 a AB	72,40 a
C.V.	17,46	14,56	11,81	13,30	10,18	20,28

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Duncan a 5 %.

Na camada superficial, o valor de V (Tabela 41) foi maior do que na subsuperficial, (Tabela 42), e a diferença entre os tratamentos revelou o mesmo comportamento, com a testemunha sem capina apresentando o maior valor, o HR, o menor e os outros tratamentos apresentando valores intermediários. Os resultados mostram claramente que os diversos métodos de capina afetam o nível de fertilidade do solo, e que a influência dos métodos de capina está indiretamente relacionada com o teor de matéria orgânica acumulado em diferentes quantidades entre as duas camadas, sendo maior na superficial e entre os métodos de capina.

A importância da CTC na retenção de cátions como o Ca, Mg e o K, que interagem com a superfície do solo via atração eletrostática, é registrada por Duxbury et al. 1989, que ressaltam ainda, a participação da matéria orgânica do solo juntamente com os minerais, na contribuição para a CTC do solo. Vários pesquisadores têm comprovado o aumento e diminuição na CTC relacionado com aumento e diminuição, respectivamente, da matéria orgânica, ao comparar diversos sistemas de cultivo (Sidiras e Pavan, 1985; Santos 1993; Rhoton et al. 1993; Silva, Lemainski e Resck 1994; Lal, et al., 1994; Silva e Ribeiro, 1995 e Fernandes et al. 1997; Bayer e Mielniczuk 1997).

3.5.5 Correlações entre a matéria orgânica e os indicadores químicos da qualidade do solo

3.5.5.1 Correlações entre a MO e o pH

As correlações entre o teor de matéria orgânica e o pH e componentes da acidez, independente do sistema de capina utilizado, nas camadas de 0 a 15 e 15 a 30cm, estão

demonstradas nas Tabelas 43. As regressões entre as médias da matéria orgânica e as médias do pH obtidas em cada método de capina, encontram-se nas Figuras 14A e 14B, para as camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm, respectivamente. O pH, em ambas as camadas, apresentou coeficiente não significativo na correlação com a MO.

O efeito da matéria orgânica sobre o pH foi discutido anteriormente, mas as Figuras 14A e B, já citadas, mostram através de regressões lineares, relações positivas, com coeficiente de determinação de 0,79**, (significativo ao nível de 1%) na camada superficial e de 0,57* na camada subsuperficial (significativo ao nível 5%).

O pH aumentou com a acumulação da MO em ambas as camadas, porém, com maior intensidade na camada superficial. As Figuras 14A e B revelam a influência indireta dos diversos métodos de capina sobre o pH. O tratamento SC aproximou o pH da neutralidade, ao passo que o HR mostrou o pH mais baixo comparado com todos os métodos, em ambas as camadas. Observou-se ainda que a RÇ e a CM aproximaram-se da testemunha SC, na camada superficial, o que evidencia um efeito benéfico dos resíduos vegetais deixado sobre o solo ao longo dos anos. ART também mostrou nesta camada, por outro lado, um pH mais baixo, porém superior ao proporcionado pelo tratamento HR.

Na camada inferior as mudanças observadas foram pequenas, notando-se apenas algumas alterações na posição dos tratamentos CM, GR, HC, RT e HC, sem contudo alterar a posição dos tratamentos extremos como a SC e HR e a interpretação dos resultados obtidos. O estudo revelou um gradiente do pH em função dos tratamentos, $HR < RT < GR = HC < CM = RÇ < SC$ na camada de 0 a 15 cm e $HR < HC < CM = RT < GR = RÇ < SC$ na camada de 15 a 30 cm.

Como se pode verificar, as alterações se processaram em função da capacidade de cada

método em produzir resíduos vegetais na camada superficial ou subsuperficial, como é o caso da RT e GR.

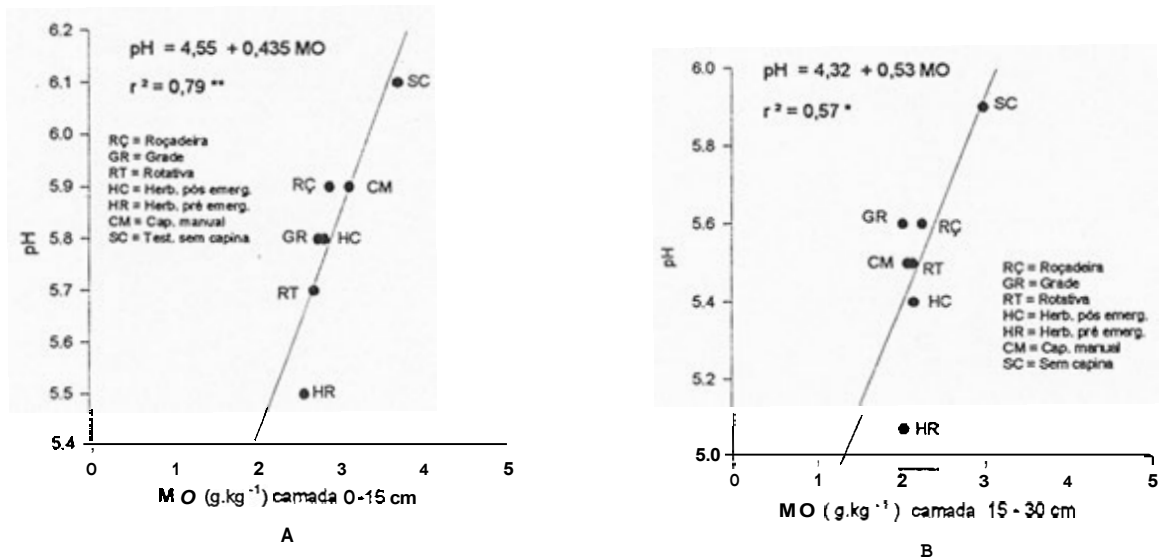


Figura 14- Relação entre os teores de matéria orgânica e os valores de pH, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

3.5.5.2 Correlações entre a MO e os demais componentes da acidez.

As correlações entre teor de MO e os demais componentes da acidez, teor de alumínio (Al), acidez potencial ($H+Al$), e saturação por alumínio (m), estão também apresentados nas Tabelas 43, e as regressões da MO com estes fatores ($H+Al$, Al e m) são descritas nas Figuras 15, 16 e 17, para camadas 0 a 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B).

Os resultados são idênticos para todos os fatores testados, (Al, $H + Al$, e m), revelando correlação negativa com o aumento do teor da matéria orgânica (MO). As correlações entre a MO

x Al e MO x saturação por alumínio (m) apresentaram um coeficiente de correlação (r) pequeno e não significativo na maioria dos casos, nas duas camadas, exceto para a correlação com o Al, na camada de 0 a 15 cm, que foi significativa a 1% com um coeficiente de correlação (r) de -0,37**, (Tabela 43). As correlações da MO com a acidez potencial do solo, entretanto, mostraram-se significativas em todas as camadas, embora com pequeno coeficiente de correlação $r = 0,33^*$ e $0,39^*$ (Tabela 43), respectivamente, para as camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm.

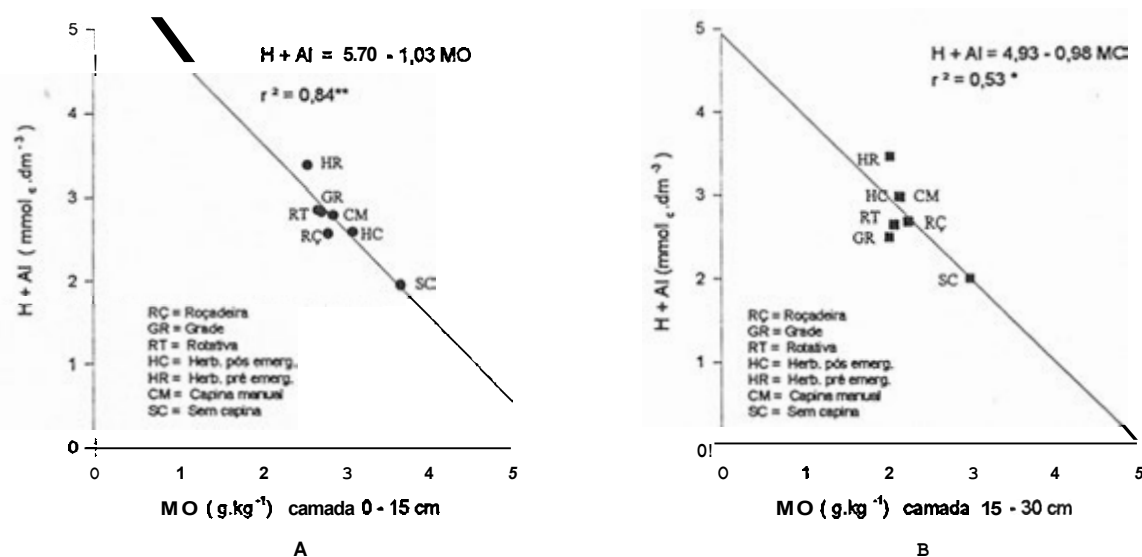


Figura 15 - Relação entre o teor de matéria orgânica e os valores de acidez potencial, nas camadas de 0 a 15 (A) e de 15 a 30 cm (B) em função diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Tabela 43. Correlações entre a MO e o pH, acidez potencial (H+Al), teor de **alumínio (Al)** e índice de saturação por alumínio (m), nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm.

	Camada de 0 a 15 cm				Camada de 15 a 30 cm			
	pH	H+Al	Al	m	pH	H+Al	Al	m
MO	0,21 n.s.	-0,33*	-0,37**	-0,24 n.s.	0,19 n.s.	0,39 *	-0,19 n.s.	-0,28 n.s.

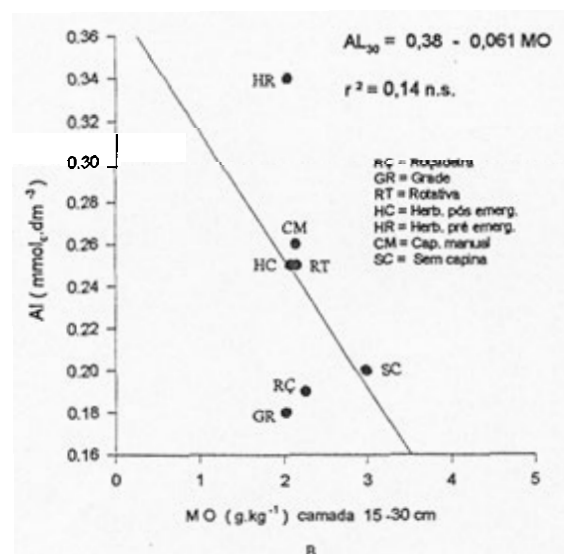
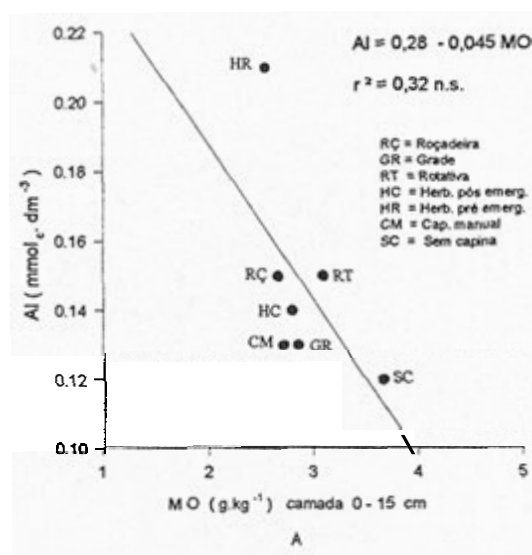


Figura 16 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Al, nas camadas de 0-15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

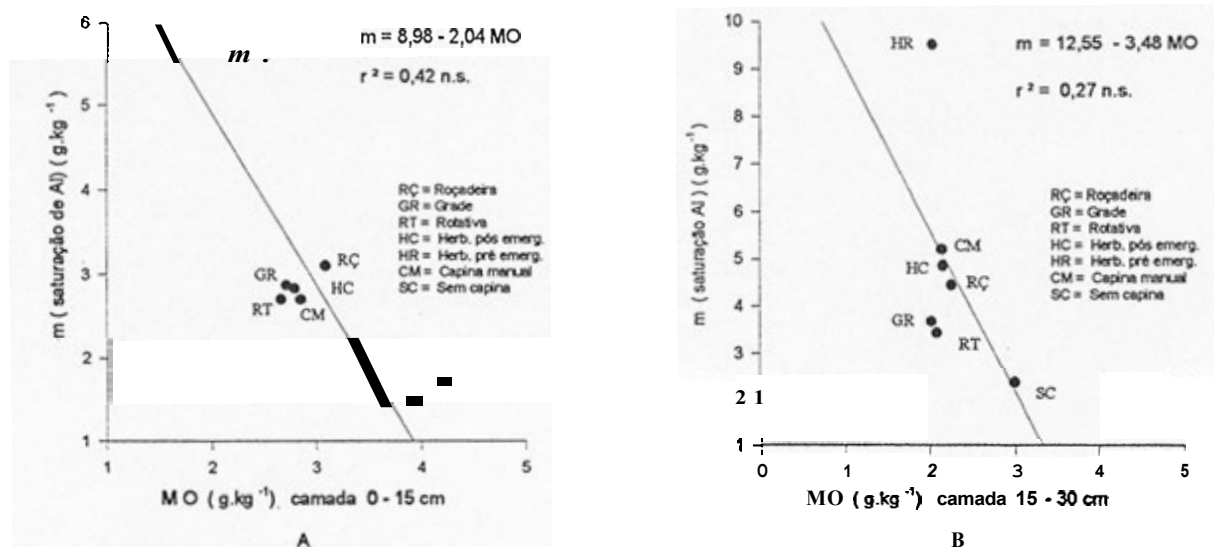


Figura 17 - Relação entre o teor de matéria orgânica e índice de saturação por Al, (m) nas camadas de 0 - 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B) em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Nas regressões entre as médias da MO, com as médias da acidez potencial ($H^+ Al$), ficou evidenciada a participação dos diversos tratamentos sobre a acidez, o que mostra o efeito indireto dos tratamentos, mas, desta feita, apresentando coeficientes r^2 de 0,84 ** na camada superficial, (Figura 15A) e de 0,53* na camada subsuperficial (Figura 15B). O tratamento HR se destaca em ambas as camadas com o maior valor de $H^+ Al$, ao passo que a SC mostra o menor valor de acidez potencial em ambas as camadas.

Embora os demais tratamentos permaneçam em posição intermediária, a RÇ na camada superficial tende a aproximar-se da SC, revelando a tendência em reduzir também a acidez na camada superficial. Destes resultados pode-se deduzir o efeito da MO na diminuição da acidez do solo, o que está de acordo com vários autores, inclusive com Sidiras e Pavan, (1985). Portanto,

os tratamentos que se destacam (HR e SC) são exatamente aqueles que apresentam o menor e o maior teor de MO, respectivamente, ao longo do período estudado.

3.5.5.3 Correlações entre a MO e P, K, Ca + Mg, Ca, Mg e soma de bases (S).

Correlações semelhantes às que ocorreram entre os teores de MO e o pH, foram observadas com relação à MO e P, K, Ca + Mg, Ca, Mg, como demonstrado na Tabela 44, e a soma de bases, na Tabela 45, em ambas as camadas, e pelas regressões nas Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23, tanto na camada de 0 a 15 cm (A) como na camada de 15 a 30 cm (B).

A correlação entre a MO e os teores de P na camada de 0 a 15 cm foi positiva e significativa a 1%, independente do tratamento $r = 0,66^*$ (Tabela 42) e $r^2 = 0,80^{**}$ (Figura 18A). Na camada de 15 a 30 cm, entretanto, embora a correlação não tenha sido significativa, $0,49$ n.s. (Tabela 44), a regressão entre as médias, apresentou um coeficiente de determinação r^2 de $0,55^{**}$ (significativo a 1%) conforme (Figura 18B). O motivo da correlação na camada de 15 a 30 cm não apresentar significância, provavelmente, se deve à imobilidade do P.

Tabela 44. Correlações entre a MO e os nutrientes, P, K, Ca+Mg, Ca e Mg, nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm.

	Camada de 0 a 15 cm					Camada de 15 a 30 cm				
	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg
MO	0,77**	0,32*	0,79**	0,81**	0,66**	0,49 n.s.	0,54**	0,69**	0,30 n.s.	0,47**

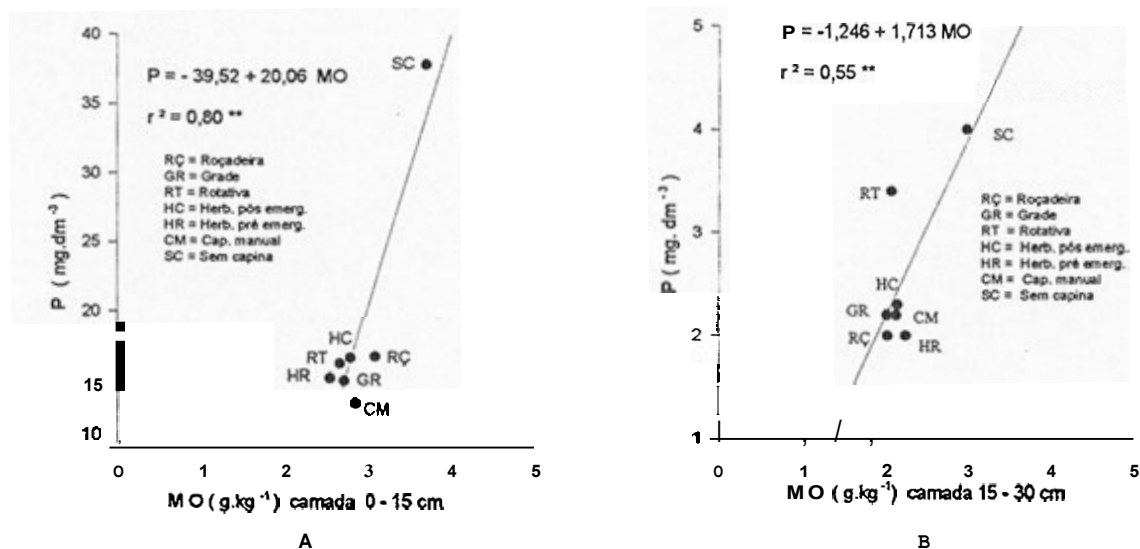


Figura 18 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de P, nas camadas de 0 - 15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função de diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

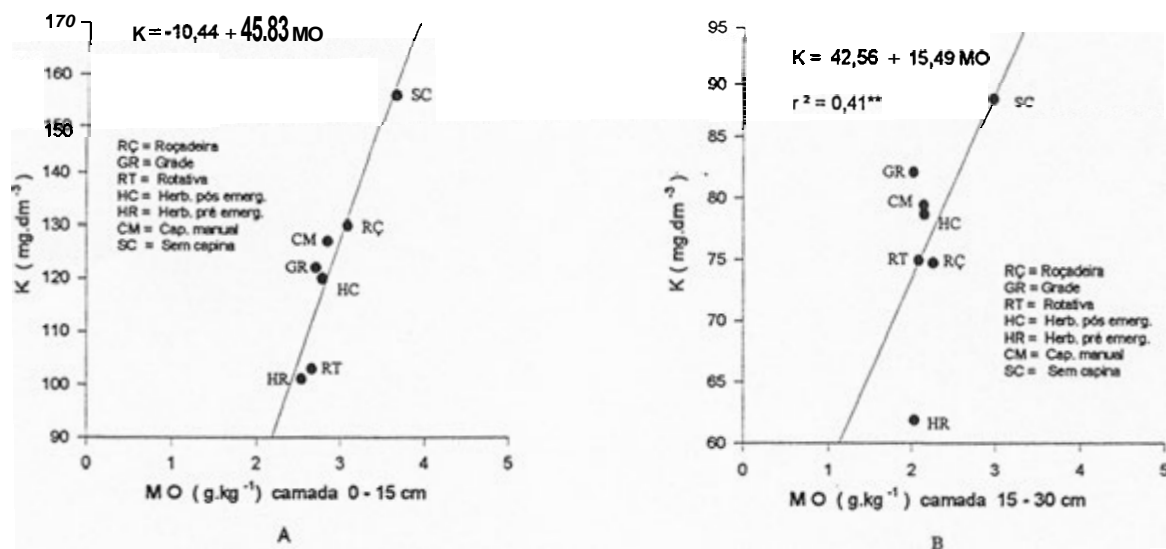


Figura 19 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de K, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

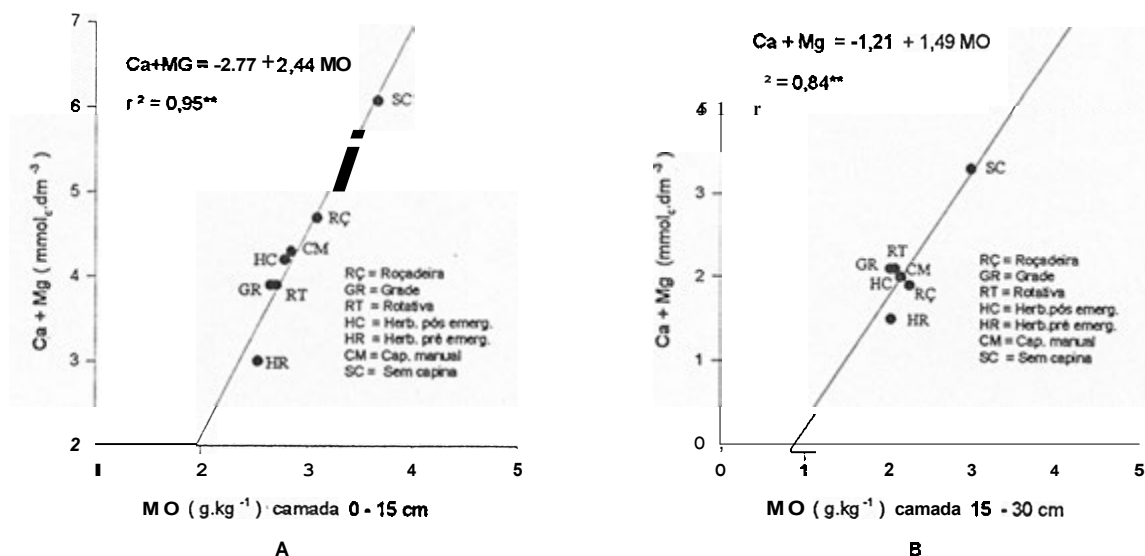


Figura 20 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Ca + Mg, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

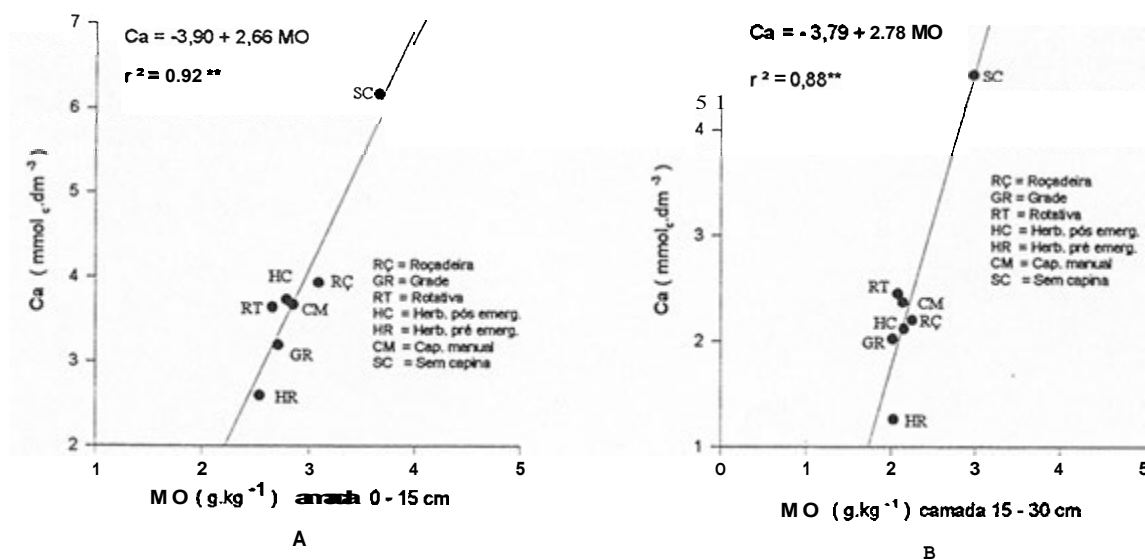


Figura 21 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Ca, nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

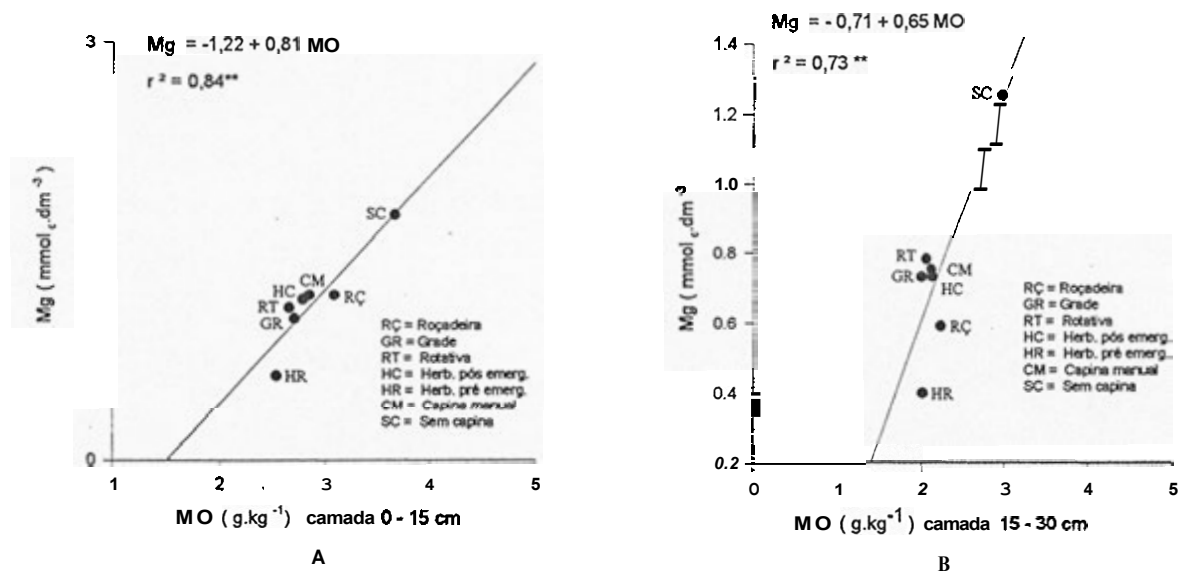


figura 22. Relação entre o teor de matéria orgânica e o teor de Mg, nas camadas de 0-15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

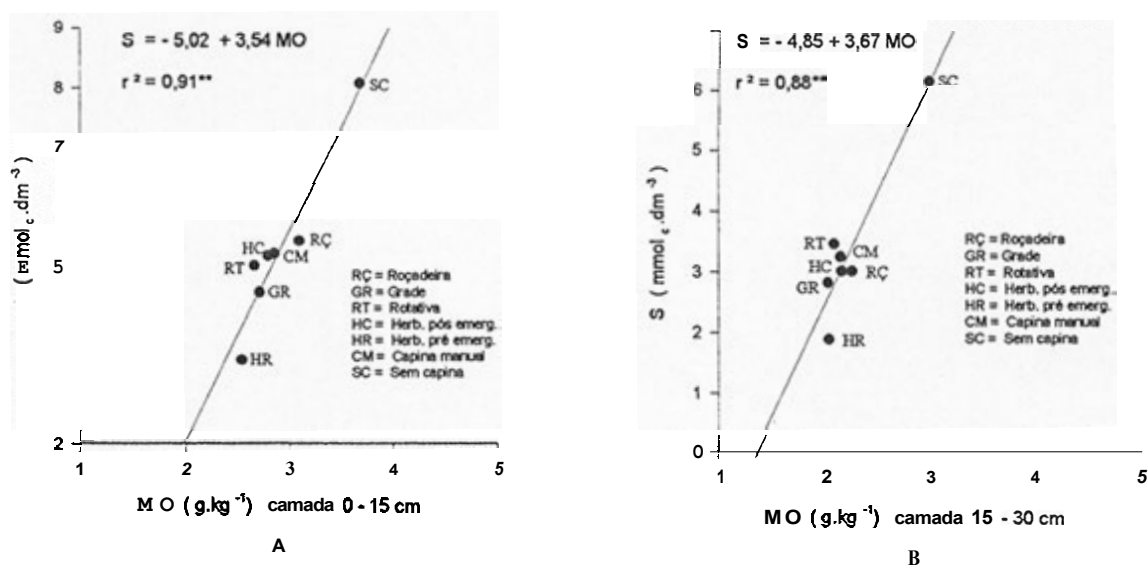


figura 23 - Relação entre o teor de matéria orgânica e a soma de bases (S), nas camadas de 0-15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Na Figura 18 **A**, destaca-se a posição da SC que exhibe um teor elevado de P na camada superficial ($37,8 \text{ mg.dm}^{-3}$ observado na Tabela 23), ao passo que os demais métodos de controle situam-se em posições próximas, e sem diferenças entre eles.

Na camada subsuperficial, o tratamento SC também se destaca dos demais, à exceção da RT, que se aproxima da testemunha SC. Neste contexto, a SC difere da RT pelo efeito do P liberado da MO, ao passo que o tratamento RT exhibe nesta camada de 15 a 30 maior teor de P pela incorporação promovida pelo implemento.

A correlação MO e K mostra um resultado semelhante ao encontrado entre MO e P, porém apresenta na camada superficial, um r de apenas $0,32^*$ embora significativo a 5%, e r^2 de $0,89^*$ para a regressão entre estes fatores na camada de 0 a 15 cm, (Figura 19 **A**). Na camada inferior (15 a 30 cm), esta relação apresenta coeficiente de correlação mais baixo porém significativa nível de 1%, $r = 0,54^{**}$ (Tabela 42) e a regressão com $r^2 = 0,41^{**}$ (Figura 19 **B**). Nesta regressão entre as médias de MO e K, na camada de 0 a 15 cm (Figura 19 **B**), a SC e o HR novamente se destacam como os tratamentos que revelam maior e menor teor de K, respectivamente. Destaca-se ainda a RT que proporcionou teor de K, também baixo e próximo ao tratamento HR, que é ao contrário do P que mostrou resultado inverso na camada inferior.

Na camada de 15 a 30 cm os tratamentos SC e HR mostram o mesmo comportamento, os demais tratamentos se colocam em posições intermediárias com teores de K em torno de 78 mg.dm^{-3} . Desta forma, pode-se observar também o nível de K se mostra alterado em função dos métodos de controle de plantas daninhas empregados ao longo dos anos.

As correlações da MO com os teores de Ca + Mg, Ca e Mg, e soma de bases (S) (Tabelas 42 e 43,) e as regressões (Figuras 20, 21, 22 e 23, **A** e **B**, camadas de 0 a 15 cm e 15 a

30 cm, respectivamente) retratam praticamente o mesmo comportamento do K_s , resultando correlações e regressões positivas com a MO. O coeficiente de correlação com níveis de significância de 1%, em ambas as camadas à exceção da correlação MO x Ca e MO x S (soma de bases), ambos na camada de 15 a 30 cm, respectivamente, (Tabelas 42 e 43).

O tratamento SC apresentou sempre o maiores teores de K_s , já comentado, Ca + Mg, Ca, Mg, e conseqüentemente maior soma de bases (S). Por outro lado o HR mostrou sempre o menor teor destas bases, sempre em função do baixo teor da MO. Os demais tratamentos revelaram posições intermediárias à semelhança de outras correlações e regressões já estudadas. Na camada superficial as regressões, entre a MO e estas bases, mostraram sempre r^2 superior a 0,80 e em alguns casos como na regressão com o Ca, e com a soma de bases (S), tiveram um r^2 superior a 0,90. Na camada subsuperficial os r^2 obtidos foram inferiores, (0,73 a 0,88) mas ainda assim, significativos a 1%, revelando, portanto, menor efeito dos métodos nesta camada, devido evidentemente à menor quantidade da MO.

3.5.5.4 Correlações entre a MO e a CTC efetiva (t) e a pH 7 (T) e o índice de saturação de bases (V)

As correlações entre a MO e a CTC efetiva, CTC a pH 7, e índice de saturação de bases (V) (Tabela 43) e as regressões (Figuras, 24, 25, 26, A para a camadas de 0 a 15cm e B para a camada de 15 a 30 cm) refletem os resultados já demonstrados e discutidos com todas as bases e demais características químicas estudadas.

Os resultados mostram em coeficientes positivos, que a testemunha sem capina SC e o herbicida de pré - emergência HR, situam-se em posições opostas. A SC apresentou sempre CTC efetiva, CTC a pH 7 e índice de saturação por bases (V), maiores que todos os outros tratamentos, ao passo que o HR, mostrou sempre o menor valor nestes parâmetros. Os coeficientes (r^2), das regressões entre as médias, (Figuras nº 24 a 26 letras A e B), são altamente significativos e variam de 0,88 a 0,97, indicando ajustes bastante favoráveis no comportamento dos parâmetros, em função do aumento ou da diminuição dos teores da MO na camada de 0 a 15 cm.

Na camada de 15 a 30cm, o comportamento dos fatores foi bem semelhante, mostrando naturalmente sempre um menor efeito dos tratamentos sobre os índices estudados, que na camada superficial. Naquela camada (15 a 30 cm), estes coeficientes (r^2) foram significativos variando entre 0,70 e 0,89. Os resultados revelam a importância dos métodos de controle de plantas daninhas e sua influência na qualidade do solo, como o aumento ou a redução do teor da MO ao longo do tempo

Tabela 45. Correlações entre a MO e os índices soma de bases (S), CTC efetiva (t), CTC a pH 7 (T), e saturação por bases (V), nas camadas de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm.

	Camada de 0 a 15 cm				Camada de 15 a 30 cm			
	S	t	T	V	S	t	T	V
MO	0,80**	0,79**	0,88**	0,50**	0,33 n.s.	0,33 n.s.	0,53 **	0,11 n.s.

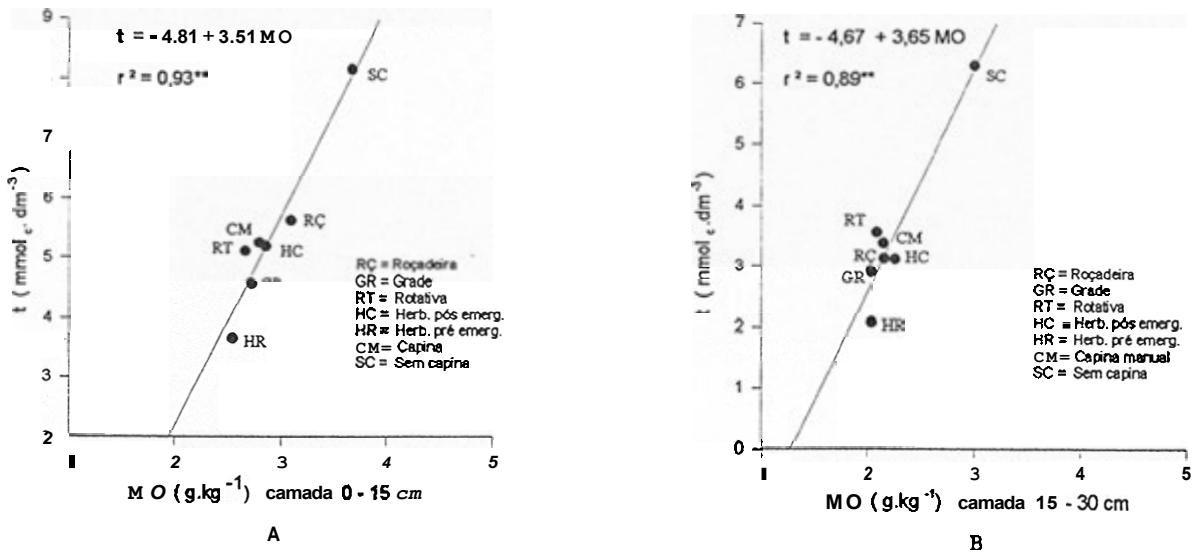


Figura 24 - Relação entre o teor de matéria orgânica e a CTC efetiva (t), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

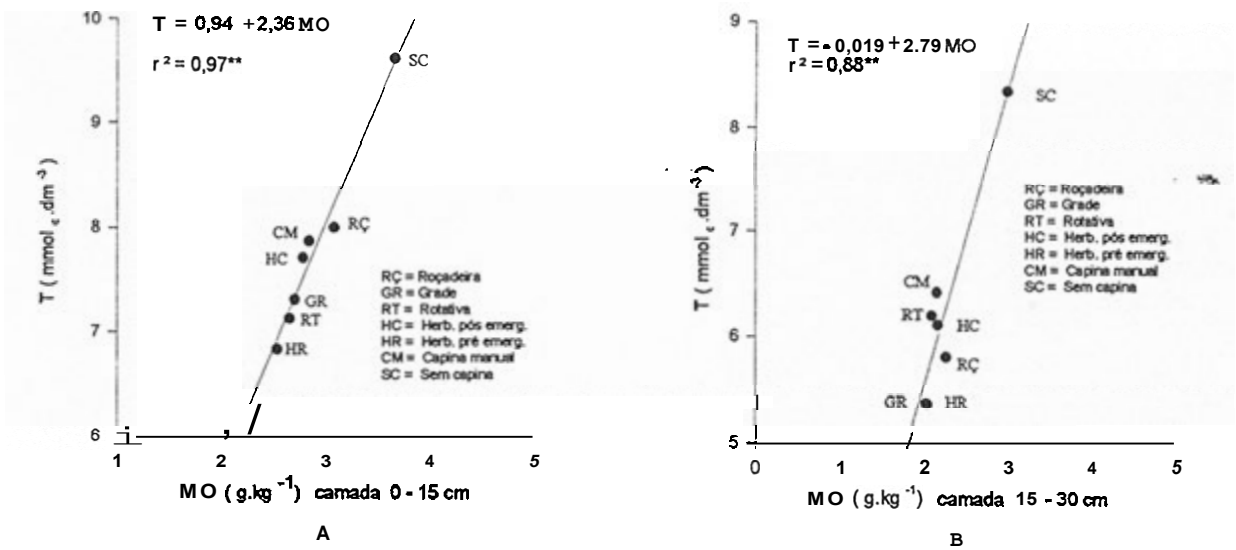


figura 25 - Relação entre o teor de matéria orgânica e a CTC a pH 7 (T), nas camadas de 0 -15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

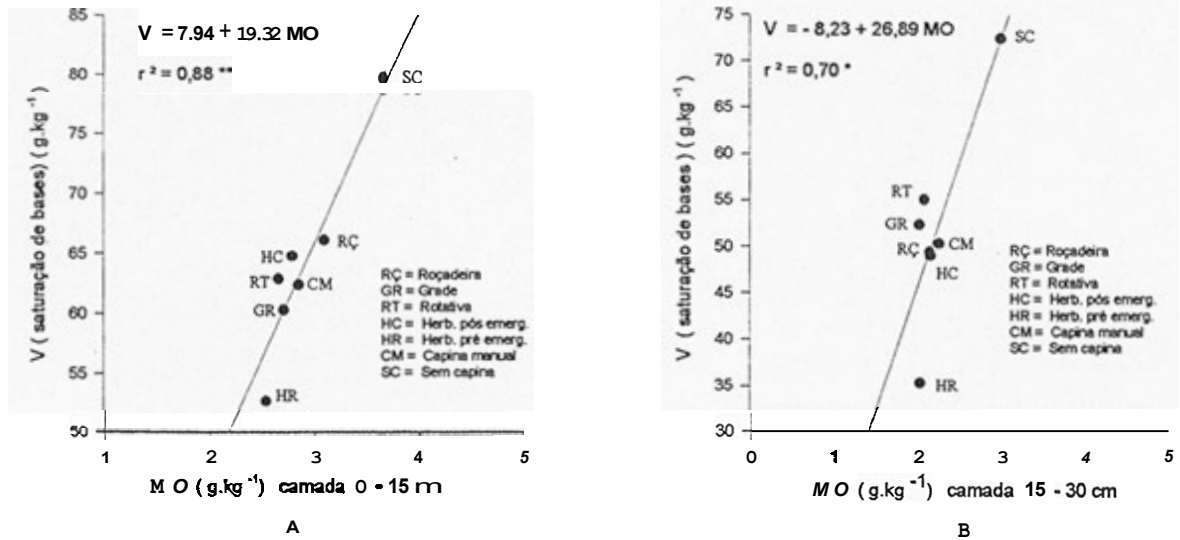


Figura 26 - Relação entre o teor de matéria orgânica e o índice de saturação por bases (V), nas camadas de 0-15 cm (A) e de 15 a 30 cm (B), em função dos diversos métodos de controle de plantas daninhas. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

As correlações estudadas estão de acordo com estudos realizados por vários autores: Sidiras e Pavan, (1985); Pavan et al. (1986); Eltz Peixoto e Jaster, (1989); Lal, Mahboubi e Fausey, (1994); Ismail, Blevins e Frye, (1994); Silva e Ribeiro, (1995); Iyamuremye e Dick, (1996); Santos e Tomm (1996); Bayer e Mielniczuk 1997, que observaram melhoria das propriedades químicas em solo sob plantio direto (tratamento que aumenta MO do solo), quando comparado ao plantio convencional, e a redução nos indicadores químicos, quando ocorre o decréscimo da MO (Silva, Lemainsk e Resch, 1994).

Cervellini (1977) atribuiu à melhoria das condições de fertilidade do solo, nas entrelinhas do cafeeiro, ao arrastamento de nutrientes, provocados pela armação, embora tenha ocorrido também no seu trabalho aumento significativo dos teores de matéria orgânica nas entrelinhas do

cafeeiro, tanto na camada de 0 a 10 cm como na camada de 10 a 20 cm. No presente estudo, as armações feitas no tratamento sem capina eram superficiais, e as amostragens do solo só eram realizadas após a esparrama do cisco, que é uma operação oposta à armação, neutralizando, portanto, ainda que parcialmente, este efeito da armação, apresentado pelo autor citado. Além do exposto, observa-se que as correlações entre a MO e os demais índices de fertilidade evidenciam, pelo coeficiente de determinação obtido, que uma alta percentagem do aumento dos teores dos nutrientes é devida ao aumento dos teores da MO.

A importância da MO na ciclagem e disponibilidade de nutrientes tem-se constituído na chave da sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas e da qualidade ambiental (Stevenson, 1986). Vários autores observaram que o aumento no teor da MO em plantio direto é a mudança mais importante que ocorre a longo prazo. Em face disso, o manejo correto dos recursos naturais (plantas daninhas neste caso) é enfatizado por Hunt Stewart e Cole (1983) como essencial para promover esta sustentabilidade, pois a quantidade de carbono, presente no solo em determinado momento, depende da taxa de sua decomposição no solo e, obviamente, da entrada anual de resíduos orgânicos (reciclagem) no solo, (Siqueira et al., 1994). Pelo exposto, pode-se inferir participação decisiva da MO na melhoria da qualidade do solo, sob o ponto de vista da fertilidade do solo.

36 Conclusões

Os diversos métodos de controle de plantas daninhas afetam diferencialmente a qualidade do solo.

Os efeitos dos métodos de controle de plantas daninhas sobre as características químicas se relacionaram diretamente com a quantidade de resíduos vegetais (matéria orgânica) deixados sobre o solo.

Quanto maior foi o acúmulo de MO obtido, maiores foram os benefícios sobre as condições gerais de sua fertilidade.

O teor de matéria orgânica em cada método apresentou pequenos aumentos ao longo do período, à exceção da SC que se destacou dos demais quase dobrando o teor inicial, e do HR cuja MO permaneceu estável, sem acréscimos no período em ambas as camadas.

O tratamento HR se destacou negativamente dentre os demais, por apresentar baixos teores de MO e assim como dos demais elementos avaliados.

A utilização da roçadeira tende a produzir efeitos semelhantes à testemunha sem capina (SC), ou seja, melhorar a qualidade química do solo enquanto que a enxada rotativa (RT) tende a se aproximar do tratamento com herbicida de pré-emergência na “rua” que diminui a qualidade do solo do ponto de vista químico.

4 CAPÍTULO III

EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CAFEZEIROS (*Coffea arabica* L.) INSTALADOS EM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO

4.1 RESUMO

No experimento implantado na Fazenda Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso, MG, para avaliação da qualidade do solo pelos atributos físicos e químicos, foram colhidas as produções de 30 plantas da área útil de cada parcela, para se avaliar a influência dos métodos de controle de plantas daninhas, sobre o rendimento do cafeeiro. O experimento foi instalado em 1977 em um cafezal contendo 2268 covas de Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-99 com três anos de idade em um LRD, de textura argilosa, originalmente sob floresta tropical subperenifólia transicional para cerrado. Os métodos de controle de plantas daninhas envolveram o uso de roçadeira (RÇ), grade (GR), enxada rotativa (RT), herbicida de pós-emergência (HC), herbicida de pré-emergência (HR), capina manual (CM) e uma testemunha sem capina (SC), como tratamentos, em número de sete, dispostos em blocos casualizados com três repetições. Uma faixa de 0,80 m, lateral a fileira de cafeeiros “saia”, foi mantida invariavelmente limpa durante todo o período de 1977 a 1996. Os tratamentos foram aplicados na faixa entre as fileiras

dos cafeeiros “rua”, sempre que o crescimento das plantas daninhas o exigissem. A partir de 1978, até 1966 foram utilizadas as médias entre anos de baixa e de alta produção. Na análise dos biênios de produção, não se constatou diferenças entre os tratamentos, com exceção dos biênios 84/85. Na análise geral das médias de produção, entretanto, a roçadeira (RÇ) e a testemunha sem capina (SC), em dezoito anos revelaram os menores rendimentos em sacas beneficiada, ao passo que os tratamentos com HR, GR e CM apresentaram os maiores rendimentos médios. A diferença média entre o tratamento com maior rendimento, herbicida de pré-emergência (HR), e o de menor, testemunha sem capina (SC), foi de 2,96 sacas beneficiadas/ha. Apesar dessa queda de produção este tratamento, testemunha sem capina, revelou o um custo operacional de 46% menor que o custo da capina manual.

4.1.1 ABSTRACT

In the experiment installed at EPAMIG's Experimental Station, at São Sebastião do Paraíso - MG, to assess soil quality by the chemical and physical indicators measurements as described on prior chapters, were evaluated the weed control method effects on coffee yield. The experiment was settled in September 1977 at a coffee tree area with “Catuaí Vermelho” cultivar planted in 4 by 1 m row spacing in a dystrophic purple Oxisol area. The experiment had seven treatments as weed control method and three replications in randomized block design involving 2268 plants. Treatments were, mower (MW), coffee tandem disk harrow (TD), rotary tiller (RT), post (CH) and pre-emergency herbicide (RH) application, hand hoe (HH) and no weed control (NC). They were applied in plots with 108 plants at central part of coffee trees interrows. The area under canopy, at branch projection was kept free of weeds during all time. In these eighteen

years, there were eight biennial harvest means, plus the 1996 harvest. Each biennial mean came from one high and low yield year, from 1978 to 1996. There was no yield biennial differences except at the 1984/85 biennial which NC treatment presented the lowest yield. The averaged yield analysis showed the NC and MW treatments with the lowest mean yields, while RH, TD, and HH presented the greatest yields. The difference among the greatest average yield, pre emergence herbicide treatment (RH) and the no weed control treatment (NC) was 2.96 .processed coffee bags/ha. The yield losses at NC weed management method, was partially compensated by the lowest weed management charge which represent only 46% of the hand hoe (HH) expenses.

4.2 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é extremamente sensível à concorrência das plantas daninhas, principalmente durante o período das chuvas e o controle destas no período de outubro a março, é necessário, pois a queda em produção pode atingir, no caso do cafeeiro, cerca de 80% (Blanco, Oliveira e Pupo, 1982).

A necessidade de aumento da produção de alimentos, para sustentar uma população crescente, fez com que fossem introduzidas tecnologias e ampliadas as fronteiras agrícolas, sem os cuidados necessários com o meio ambiente. O controle de plantas daninhas em cafeeiros, feito com enxadas, está comprometido devido ao custo elevado da mão-de-obra disponível. Deste modo, vários meios alternativos de controle de plantas daninhas foram introduzidos em cafeeiros (Muzilli, 1987; Silveira e Kurachi, 1981), mas com poucos estudos sobre os impactos destes métodos, a longo prazo, sobre a qualidade do solo e a produção (Lal, 1993).

Nos capítulos anteriores, demonstrou-se que o uso de práticas que protegem a superfície do solo podem resultar em melhoria nas condições físicas e químicas, pela adição de MO ao solo. Mas, com a superfície desprotegida de cobertura vegetal o solo pode ser deteriorado de forma irreparável.

Pretendeu-se este estudo, observar a influência de alguns métodos de controle de plantas daninhas sobre a produtividade do cafeeiro.

4.3 REVISÃO DE LITERATURA

A sustentabilidade de uma produção agrícola está calcada na existência de matéria orgânica (MO) no solo (Stevenson, 1986) cuja presença afeta todos os demais atributos de qualidade do solo (Femandes et al.,1997). A manutenção dos níveis desta MO depende estritamente de como manejar o solo e a sua cobertura vegetal (Duxbury et al., 1989).

A conversão dos ecossistemas nativos em agrícolas normalmente ocorre com a perda da MO, a qual está fortemente relacionada com a qualidade do solo (Elliott et al., 1994). A retirada da cobertura vegetal provoca um dos mais drásticos efeitos na superfície do solo, pela falta de proteção contra os raios solares, pelo aumento da erosão superficial, pela redução dos compostos orgânicos, fornecidos através da exsudação das raízes, importantes na formação da estrutura do solo (Siqueira et al., 1994), além do encrustamento superficial formado pela ausência de cobertura vegetal (Levy, Levin e Shainberg, 1994; Cassel, Raczkowski e Denton, 1995; Morin e Van Winkel ,1996).

A qualidade do solo tem sido definida em função das propriedades químicas, físicas e biológicas, mas relacionar qualidade do solo com produtividade a longo prazo e qualidade

ambiental não é tarefa fácil (Doran e Parkin, 1994). Embora o crescente conhecimento sobre qualidade do solo possa ser uma das vias para satisfazer a necessidade de aumento da produtividade com preocupações ambientais, conforme relatam Cox (1995), e Karlen et al., (1994a), citando Johnston et al. (1942).

Parr et al. (1992) definem qualidade do solo como a capacidade de produzir alimentos com segurança, de maneira sustentável e a longo prazo, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o meio ambiente.

Recentemente, a produtividade sustentada tem-se tomado um alvo primário, e a comunidade científica tem procurado as respostas para a manutenção de um solo produtivo em uma dada região aplicando os fundamentos da ciência do solo (Bruce et al. 1995).

O manejo do solo agrícola é sustentável somente quando a sua qualidade é mantida ou melhorada concomitantemente com a qualidade do ar, da água e dos alimentos, conciliando-se os objetivos de produtividade com a capacidade produtiva a longo prazo (Doran e Parkin, 1994 e Larson e Pierce, 1994).

Siqueira et al. (1994) demonstram que a produtividade agrícola, a qualidade dos produtos e a sustentabilidade dos ecossistemas, bem como o impacto ambiental causado pela agricultura, dependem do manejo dos componentes do sistema produtivo.

O manejo inadequado diminui o potencial produtivo do solo e constitui uma grande ameaça para a sustentabilidade agrícola e qualidade do meio ambiente (Lal, 1989, 1993; Reicosky et al., 1995). Janke e Papendick (1994) afirmam que o solo é o maior dreno para os gases e, se manejado apropriadamente, pode afetar favoravelmente o equilíbrio de dióxido de carbono, o que é importante, para evitar as mudanças climáticas. Por outro lado, quando mal manejado, o

solo pode afetar a sobrevivência humana, através da poluição do ar e da água, e da produção de alimentos.

Dentre os vários processos de controle de plantas daninhas em cafeeiros, alguns têm-se mostrado compatíveis com os objetivos de melhoria ou de manutenção da qualidade do solo, pela sua proteção conferida nos processos erosivos, ou pelo impedimento de formação de encrostamento superficiais, além da adição ainda que lenta, de MO ao solo. Ao se avaliar a efetividade de uma determinada prática, deve-se considerar os seus efeitos no meio ambiente na sua totalidade (Steinhardt, 1995).

Pavan et al. (1986), trabalhando com cafeeiros, relacionaram entre as técnicas de manejo do solo o controle de plantas daninhas que pode naturalmente contribuir para a recuperação da qualidade do solo através da elevação do seu nível de fertilidade. Awatramani (1974) exaltou as vantagens da cobertura morta na proteção contra o encrostamento superficial quando cultivado com cafeeiros.

Gallo et al. (1958) observaram que as plantas daninhas, apesar de serem consideradas cobertura viva, quando não cortadas e devolvidas ao solo no devido tempo, competem com o cafeeiro pela mobilização de nutrientes e água.

Uma população de plantas daninhas, em competição com um cafeeiro em formação, após quatro anos, provocou quedas de 55,9 a 77,2% da produção. Este estudo estabeleceu, ainda, que o período em que as plantas daninhas prejudicam o cafeeiro, vai do florescimento à frutificação que abrange de outubro a abril. Por outro lado, no período de maio a setembro, foi comprovado que as plantas daninhas não prejudicam a produção do cafeeiro (Blanco, Oliveira e Pupo, 1982). O controle de plantas daninhas, portanto, é uma das práticas agrícolas que podem influir no aumento da produtividade, quando feito adequadamente.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, MG, cujo relevo apresenta uma topografia leve ondulada e uma declividade média de 8%, em um Latossolo Roxo distrófico com textura argilosa (argila 51,4%, areia 36,4%, e limo 12,2%), originalmente sob floresta tropical subperenifolia, transicional para cerrado.

A precipitação média anual da região é de 1470,4 mm e apresenta uma temperatura média de 20,8°C, uma média máxima de 27,6 °C e a média mínima de 14,1°C.

4.4.2 Condução da lavoura

A lavoura foi implantada em setembro de 1974, no espaçamento de 4 x 1m, com a cultivar Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-99, e o ensaio instalado em setembro de 1977, utilizando 2268 covas. No período de setembro de 1977 a junho de 1996, o experimento recebeu calagens e adubações conforme indicado pelas análises de solo em toda a área experimental com cafeeiros, geralmente utilizando calcário dolomítico com PRNT de 80% ou superior.

Uma geada severa ocorreu em junho de 1981, atingindo toda área experimental fazendo com que fosse necessária, uma recepa a 45 cm do solo, em novembro de 1981. Devido a esta recepa não se obtiveram produções nos dois anos seguintes de 1982 e 1983.

4.4.3 Delineamento experimental, aplicação dos tratamentos e avaliações

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, tendo sete tratamentos (Tabela 46), em três repetições. Cada parcela constou de três ruas com 108 covas. Os tratamentos foram: roçadeira (RÇ), grade (GR), enxada rotativa (RT), herbicida de pós emergência (HC), herbicida de pré-emergência (HR), capina manual (CM) e testemunha sem capina (SC), aplicados sempre nas três “ruas” centrais de cada parcela experimental, mantendo o cafeeiro constantemente livre de plantas daninhas numa faixa de 0,80m lateral às fileiras de plantas) com herbicidas de pós, de pré-emergência, e com capina manual.

Tabela 46 Tratamentos empregados no estudo “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em LR distrófico”. Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Nº	Identificação do tratamento	
01	Roçadeira	RÇ
02	Grade	GR
03	Enxada Rotativa	RT
04	Herbicida Pós emergência	HC
05	Herbicida. Pré emergência	HR
06	Capina manual	CM
07	Testemunha. sem. capina	SC

Para o controle de plantas daninhas em pré-emergência, utilizou-se de mistura formulada dos herbicidas, ametryn (2-etilamino-4-isopropilamino-6-metiltio-s-triazina) + simazine (2-cloro-4,6-bis-etilamino-S-triazina) na base de 1.200g + 1.200g de i.a./ha. e posteriormente com a nova formulação desta mistura, (1125g + 1125g i.a./ha) e o volume de calda foi de 400 litros/ha

Em pós-emergência empregou-se, inicialmente, uma mistura de tanque de Paraquat [1,1'-dimetil-4,4' bipiridílio ion (dicloreto)] + Diquat [1,1'-etileno-2,2 bipiridílio ion (dibrometo)] na proporção de 200g + 200g ingrediente ativo (i.a.)/ha, respectivamente, aplicado quando as plantas daninhas atingiam a altura de 30 cm. Posteriormente a mistura foi substituída pelo glyphosate, N-(fosfonometil) glicina, que é um produto sistêmico, aplicado na dosagem de 0,72 a 1,44 litros do i.a. /ha, de acordo com a intensidade da infestação, de modo alternado com a mistura formulada de glyphosate + 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) a 160g + 120g / litro, respectivamente, na dosagem de 640g + 480g do i.a./ha.

O volume de calda utilizado para aplicação dos herbicidas foi de 400 litros/ha. A aplicação dos tratamentos foi feita toda vez que o crescimento das plantas daninhas o exigia.

A produção foi avaliada nas 30 plantas marcadas na parcela útil de cada tratamento e, após pesada, foi retirada uma amostra de 2 kg de café cereja por tratamento, que foram secas para determinação do rendimento de cada tratamento e então transformado em sacas beneficiadas por ha. A produção de cada ano de baixo rendimento foi somada com a obtida em anos de alto rendimento, e extraída a média do biênio, à exceção do ano de 1996, resultado de produção um ano.

✦

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variâncias das produções por biênios (média de ano de alta e baixa produção) e da produção média total em sacas beneficiadas por hectare, está exposto no Quadro 12 A do Apêndice. A análise de variância da produção por biênios de 78/79 a 94/95 e 1996 revela que não houve diferenças na produção entre os métodos de controle de invasoras à

exceção do biênio **84/85**. **A** testemunha sem capina nesse biênio apresentou uma produção estatisticamente menor que os demais tratamentos, e estes não diferiram entre si (Tabela 47).

A média geral de produção foi obtida pela análise das médias de cada biênio, sendo que cada biênio constituiu uma repetição. Esta análise, também exposta na Tabela **12 A**, apresenta diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os resultados mostram que o tratamento com herbicida de pré - emergência (HR) e capina manual (CM) apresentam maiores rendimentos, ao passo que a roçadeira (RÇ), seguida pela testemunha sem capina (SC), produziu em média menos três sacas beneficiada que os melhores tratamentos. **As** menores produções obtidas (25,05 e 25,50 sacas beneficiada) ocorreram justamente nos tratamentos que se destacam na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (SC e RÇ), revelando que os efeitos benéficos sobre a qualidade do solo não refletiram diretamente sobre a produção.

Uma das razões desta diferença pode parcialmente ser atribuída ao fato de que, tanto no tratamento testemunha sem capina (SC) como no tratamento com roçadeira (RÇ), **as** operações de armação foram feitas de modo superficial para evitar o arrastamento do solo e não influenciar no teor de MO, não permitindo, assim, uma colheita nos padrões usuais, como nos tratamentos com herbicida de pré emergência, que permanece constantemente limpo, o que possibilitou o resgate do café caído ao chão.

Em estudo conduzido com cafeeiros em formação por Blanco, Oliveira e Pupo (1982) revelam que **as** plantas daninhas não prejudicam a produção no período seco (de maio a setembro). Gallo et al. (1958) relatam que a competição das plantas daninhas poderá agravar-se no período em que as necessidades nutricionais são elevadas, ou seja, no período que abrange do florescimento à frutificação.

No presente estudo a competição das plantas daninhas com os cafeeiros não ocorreu porque a “saia” do cafeeiro permaneceu sempre livre de plantas daninhas, através de capinas ou de aplicação de herbicidas, fato demonstrado pela falta de diferença estatística entre os tratamentos na maioria dos biênios (Tabela 47).

A falta de respostas em produção devido ao manejo e a outras práticas culturais em áreas com cafeeiros, tem sido difícil de ser detectada. **Além** disso, uma resposta direta entre práticas que aumentam o carbono do solo e a produtividade, é muito difícil, embora geralmente aceita que a melhoria das condições do solo é benéfica para a produção (Karlen et al., 1994a).

A perda substancial de carbono do solo exerce um pequeno impacto sobre o rendimento devido ao papel crítico e variado deste componente sobre a produtividade (Pennock et al., 1994).

Diferenças em produção em cafeeiros **só** têm sido observadas em estudos com muitas repetições. Reis e Souza (1996) encontraram diferenças em produção do cafeeiro, após trabalharem com a média de cinco colheitas.

Os aumentos no rendimento devido ao manejo não têm sido rotineiramente constatados, pois eles são dependentes das propriedades físicas e químicas, na medida que estas propriedades atinjam o melhor nível **em** função da melhor prática de manejo, para um específico solo (Rhoton et al., 1993). Esses autores comentam, ainda, que o sucesso do manejo do solo é relativo a fatores, tais como o controle da erosão, economia de insumos, e aumento da produtividade do solo.

No entanto melhoria de rendimento nem sempre reflete a melhoria da qualidade do solo. Em experimentos conduzidos nas regiões semi-áridas do Oeste da África, em solo ligeiramente arenoso, Nicou, Charreau e Chopart (1993) mostraram que as técnicas de cultivo mínimo utilizadas em várias culturas não produziram resultados satisfatórios, e que o cultivo do solo

melhorou o rendimento das culturas naquelas condições, uma vez que a aração eficiente, deu sempre resultados positivos, mostrando que a eficiência não decresceu com o tempo. Esses autores revelam ainda, que o repetido uso de arado nestes solos frágeis não resultou em deterioração dele, e que o carbono orgânico do solo não decresceu significativamente apesar dos 20 anos de cultivo contínuo na mesma área.

Por outro lado, Boyle, Frankenberger e Stolzy (1989) relatam que o retorno do carbono ao solo é um custo necessário para assegurar uma colheita sustentável. A diferença observada na produção do cafeeiro no presente estudo, entre os tratamentos HR e RÇ, foi de 3,41 e entre o HR e SC foi de 2,96 sacas beneficiadas por hectare.

Apesar da tendência em se utilizar a capina química atualmente, em maior escala, devido ao custo da mão-de-obra, os resultados obtidos permitem sugerir a utilização de herbicidas de pré-emergência apenas na faixa lateral aos cafeeiros, e o uso de roçadeiras ou de herbicidas pós-emergência nas entre-linhas da cultura. Sugere-se, ainda, para o caso de uso de HR em área total, fazer a cada quatro ou cinco anos uma subsolagem, para quebrar a compactação do solo e o encrostamento superficial.

A Tabela 48 revela o custo estimado das diversas operações por ano. O uso do tratamento capina manual em toda a área representou o maior custo R\$ 780,00/ha/ano, ao passo que o tratamento sem capina, que envolveu apenas a "trilha" manual, o menor custo, (R\$ 420,00), que representa 56,0 % da capina manual. O custo dos demais tratamentos variou de 38 a 28% do custo da capina manual. A queda de produção obtida com o tratamento sem capina de 2,96 sacas beneficiada foi parcialmente compensada menor custo de manejo neste tratamento, além de contribuir para a melhoria das condições de qualidade do solo observada em capítulos anteriores.

Tabela 47. Produção dos biênios 78/79 a 94/95 e de 1996, em sacas de café beneficiado por ha. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997

Tratam.	Médias de biênios									Média
	78/79	80/81	84/85	86/87	88/89	90/91	92/93	94/05	1996	
	Número de sacas beneficiadas por hectare									
Roçad.	22,26 a	32,32 a	31,66 a	36,46 a	28,72 a	22,70 a	10,69 a	26,12 a	20,27 a	25,05 c
Grade	23,60 a	29,61 a	33,97 a	39,76 a	35,43 a	22,45 a	12,72 a	34,49 a	24,99 a	27,85 ab
Rotat.	25,34 a	34,11 a	32,78 a	37,99 a	30,30 a	25,70 a	11,80 a	25,84 a	21,56 a	26,64 abc
H.pós	22,29 a	33,09 a	35,01 a	36,09 a	35,03 a	23,38 a	16,38 a	29,56 a	18,36 a	27,12 abc
H.pré	25,59 a	33,80 a	32,98 a	38,62 a	32,57 a	21,71 a	16,62 a	35,12 a	23,75 a	28,46 a
C.man.	25,55 a	33,42 a	33,08 a	40,75 a	36,17 a	21,30 a	15,83 a	29,88 a	21,73 a	28,00 a
S.Cap.	22,26 a	32,39 a	24,92 b	35,03 a	27,32 a	24,08 a	13,05 a	33,27 a	20,89 a	25,50 bc
CV (%)	5,62	4,57	4,79	5,13	4,71	5,07	10,37	7,42	9,45	4,26

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%

Tabela 48. Número de operações, de homem dia (HD), de hora máquina (HM), prep de herbicidas e custo final estimado, de capinas em reais (R\$), em cafeeiros com 2500 covas/ha, obtido no experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) instalado em Latossolo Roxo distrófico". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trat.	N ^o oper. /ano	Rend. oper./ha HM/ HD	Rend. trilha HD / ha	Preço HD/ HM	Herbicidas		Custo da operação	Custo trilha /ano	custo oper./ha (2 x 8)	custo trilha/ha /ano (9 x **)	custo capinas/ ano (10 + 11)
					Qtide.	Custo	(3 x 5)+7 *	(4x5)			
RÇ	5,0	2,2	6,25	12,00	-----	-----	26,40	75,00	132,00	375,00	507,00
GR	3,0	2,9	6,25	12,00	-----	-----	34,80	75,00	104,40	375,00	479,40
RT	3,0	4,0	6,25	12,00	-----	-----	48,00	75,00	144,00	375,00	519,00
HC	3,0	2,9	6,25	12,00	3,01.	27,00	61,80	75,00	185,40	375,00	560,40
HR	2,0	2,9	5,50	12,00	5,01.	45,50	80,30	66,00	160,60	330,00	490,60
CM	5,0	13,0	----	12,00	-----	-----	156,00	-----	780,00	-----	780,00
SC	----	-----	7,00	12,00	-----	-----	-----	84,00	-----	420,00	420,00

* Número se refere à coluna.

** Número de trilhas realizadas nos tratamentos = 5 (cinco) exceto para o tratamento com capina manual (CM).

HM = hora máquina (R\$ 12,00); o preço inclui o aluguel da máquina e tratorista; HD =homem dia (R\$ 12,00); o preço inclui os encargos sociais. Prep: herbicida de pós (glyphosate) = R\$9,00/litro; herbicida de pré (simazine + ametryne) = R\$9,10/litro. Rendimento médio em n° de covas / 8 horas de trabalho: roçadeira (RÇ) = 9000 covas, da grade (GR) = 7000, da enxada rotativa (RT) = 5000. Rendimento médio para trilha considerando, 2500 covas/ha nos tratamentos: SC = 360 covas por dia = 7,0 HD; RÇ, GR, RT e HC = 400 covas por dia = 6,25 HD; HR = 450 covas por dia = 5,5 HD. Fonte Alcântara, Bartholo e Chebabi (1989).

4.6 CONCLUSÕES

Os diferentes métodos de controle de plantas daninhas mostraram pouca influência sobre a produção, quando o cafeeiro foi mantido livre de concorrência de plantas daninhas na região da projeção da saia. A SC e a RC, em oito biênios de produção mais a colheita de 1996, apresentaram as menores produtividades médias. Os tratamentos HR, GR e CM mostraram as maiores produtividades médias.

O cafeeiro mantido permanentemente limpo na projeção da saia (trilhado), porém sem capina na “rua” (SC), produziu em média três sacas beneficiada a menos que o tratamento com herbicida de pré-emergência. Esta diferença foi parcialmente compensada pelo menor custo de manejo registrado na testemunha sem capina, representando 46% do custo da capina manual.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de herbicidas de pré-emergência, em área total mostrou-se inadequada pelos inconvenientes resultados sobre a qualidade do solo, entretanto a sua utilização em faixa lateral à fileira de cafeeiros não revela os mesmos resultados negativos como os observados, como compactação e encrostamento superficial, devido à proteção que os ramos do cafeeiro fornecem ao impacto das gotas de chuvas, além de manter, ainda, o cafeeiro livre da concorrência das plantas daninhas. Devido a isto, o uso de herbicida de pré-emergência em cafeeiros deve ser implementado de preferência na “saia”, pois mostra-se tecnicamente adequado.

A utilização da faixa central do cafeeiro “rua” sem capina mostra-se como uma grande possibilidade de condução econômica e satisfaz o princípio da sustentabilidade do cafeeiro, pelos

inúmeros benefícios observados sobre a qualidade do solo, devido principalmente, ao aumento do teor de matéria orgânica do solo, principalmente se o cafeeiro for mantido limpo na região da saia (trilhado).

Outro aspecto positivo deste tipo de manejo é a proteção do solo contra a erosão superficial e o encrostamento que é comum em áreas sem cobertura vegetal, além de constituir em manejo de baixo custo, quando combinado com trilha feita com herbicida de pré-emergência. A presença de plantas daninhas nas “ruas” do cafeeiro pode eventualmente ser controlada com aplicações de herbicidas de pós-emergência alternada com roçadeiras, que são métodos adequados em termos de qualidade do solo.

A melhoria das condições físicas e químicas do solo no tratamento sem capina (SC), em 19 anos, representou um ganho em qualidade do solo sem necessariamente refletir em produção, satisfazendo, entretanto, as condições de sustentabilidade de solo. Acrescenta-se ainda que devido ao não controle das plantas daninhas na faixa central “rua”, foi possível a economia de **46 %** do custo da capina manual nesta faixa.

Finalmente, pode-se ressaltar que a utilização de enxada rotativa em cafeeiros deve ser evitada pela formação de camadas adensadas subsuperficialmente, o que pode afetar a infiltração de água, além de outros inconvenientes. **A** contribuição deste estudo evidencia que a escolha das técnicas de cultivo, que tragam a menor ruptura no ambiente, devem ser as preferidas, pois as técnicas que preservam a cobertura vegetal, com menor revolvimento do solo e preservação da matéria orgânica, foram os principais métodos que contribuíram para a melhoria da qualidade do solo, além de representar um custo relativamente baixo pela contribuição proporcionada ao ambiente.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASE, J. K. ; PIKUL JR., J.L. Crop and soil response to long-term tillage practices in the norther great plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.4, p.652-656, July/Aug. 1995.
- ALCÂNTARA, E.N. ; BARTHOLO, G.F.; CHEBABI, M. A. O manejo de mato em cafeeiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n.162, p.25-28, 1989.
- ALVES, A.G.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.127-132, jan./abr. 1995.
- ANJOS, J.A.;UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.G.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.139-145, 1994.
- ARVIDSSON, J.; HAKÅNSSON, I. Do effects of soil compaction persist after ploughing ? Results from 21 long-term field experiment in Sweden. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.39, n.3/4, p.175-197, Nov. 1996.
- AWATRAMANI, N.A. Minimum tillage in coffee culture. **Indian Coffee**, Bangalore, v.38, n.7, p.176-178, July 1974.
- BARTOLI, F.; PHILIPPY, R.; BURTIN, G. Influence of organic matter on aggregation in Oxisols rich in gibbsite or in goethite. I. Structures: the fractal approach. **Geoderma**, Amsterdam, v.54, p.231-257, 1992.
- BARZEGAR, A.R.; OADES, J.M.; RENGASAMY, P.; GILES, L. Effects of sodicity and salinity on disaggregation and tensile strength of an Alfisol under different cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.32, n.4, p.329-345, 1994.
- BAVER, A.; BLACK, A.L. Soil carbon nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.45, n.6, p.1166-1170, Nov./Dec. 1981.
- BAYER, C.; MIELNICZUK J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

- BENTLEY, C.F. Soil management research in the search for sustainable agriculture. In: LAL, R.; PIERCE, F.J.(ed.). **Soil management for sustainability**. Ankeny: WASWC;SSSA, 1991. p.167-189.
- BESNARD, E.; CHENU, C.; BALESSENTE, J.; PUGET, P.; ARROUAYS, D. Fate of particulate organic matter in soil aggregates during cultivation. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.47, n.1, p.495-503, Dec. 1996.
- BISSONNAIS, Y. LE. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.47, n.4, p.425-437, 1996.
- BLACK, G.R. Bulk density. In:BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. pt.1, p.371-390.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, H.D. Bulk density. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**; physical and mineralogical methods, 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. Cap. 13, pt.1, p.363-375.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café, em formação. **Biológico**, São Paulo, v.48, p.1, p.9-20, jan. 1982.
- BLEVINS, R.L. ; THOMAS G.W.; CORNELIUS, P.L. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous com. **Agronomy Journal** Madison, v.69, n.3, p.383-386, 1977.
- BOLLIN, B. ; COOK, R.B. **The major biogeochemical cycles and their interactions**. New York: J. Wiley & Sons, 1983.532 p.
- BOYLE, M; FRANKENBERGER, J. ; STOLZY L.H. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.2, n.4, p.290-299, Nov./Dec. 1989,
- BORRESEN, T. ; NJOS, A. Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 1. **Soil properties. Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.28, n.2, p.97- 108, Dec. 1993.
- BRADFORD, J.M.; FERRIS, J.E.; REMLEY, P.A. Interrill soil erosion processes: II Relationship of splash detachment to soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, n.6, p.1571-1575. 1987.
- BRUCE, R. R.; LANGDALE, G.W. ; WEST, L.T.; MILLER, W.P. Surface soil degradation and soil productivity restoration and maintenance, **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.59, n.3, p.654-660, May/June 1995

- CAMPOS, B.C. de; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, 1995.
- CARVALHO, M.A.; FREIRE, J.C.; CURI, N.; BAHIA, V.G. Eficiência de dispersantes na análise textural de solos com horizonte B latossólico. **Ciência e Prática**, Lavras, v.10, n.1, p.78-92, jan./abr. 1986.
- CASSEL, D.K.; RACZKOWSKI, C.W.; DENTON, H.P. Tillage effects on corn production and physical conditions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.59, n.5, p.1436-1443, Sept./Oct. 1995.
- CERVellini, G. S. **Alterações químicas em solo de cerrado**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 35p. (Boletim Técnico, 50).
- CINTRA, F.L.D.; COELHO, Y. da S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS O.S. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de laranja "baianinha" **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, fev. 1983.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176p.
- COX, C. Soil quality: Goals for national policy. **Journal of Soil and Water conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.223, May/June 1995.
- CRUZ, J.C. **Effect of crop rotation and tillage systems on some soil physical properties, root distribution and crop production**. West Lafayette: Purdue University, 1982. 220p. (Tese-Doutorado em Ciência do Solo).
- DAO, T.H. Tillage system and crop residue effects on surface compaction of a paleustoll. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.2, p.141-148, 1996.
- DERPSCH, R. SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brasil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.8, p.253-263, 1986.
- DICK, W.A. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentration and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.47, n.1, p.102-107, 1983.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A.(eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. Cap.1, p.3-21. (Special Publication, 35).

- DUXBURY, J.M. ; SMITH, M.S.; DDDORAN, W.; JORDAN C.; SZOTT, L. ; VANCE E. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN D.C.; OADES, J.M.; UEHARA G. (eds). Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems, Honolulu, 1989. Cap.2, p.33-67.
- ECKERT, D. J. Effects of reduced tillage on the distribution of soil pH and nutrients in soil profiles - review. **Journal of Fertilizer Issues**, West Lafayette, v.2, n.3, p.86-90, Ago./Sept. 1985.
- EGHBAL, M.K.; HAJABBAŞI M.A.; GOLSEFIFIDI, H.T. Mechanism of crust formation on a soil in central Iran. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.180, n.1, p.67-73, Mar. 1996.
- ELLIOTT, E.T.; BURKE, I.C.; MONZ, C.A., et al. Terrestrial carbon pools: preliminary data from the com belt and great plains regions. In: DORAN J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds.). Defining soil quality for a sustainable **environment**. Madison: 1994. Cap. 12, p.179-191. (Special Publication, 35)
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. *Revista Brasileira da Ciencia do Solo*, Campinas, v.13, n.1, p.259-267, 1989.
- FACCIN, O. P. Influência das características químicas, físicas e **mineralógicas** sobre a **estabilidade** de agregados de diferentes **grupamentos** de **solos**: Lavras: UFLA 1995. 67p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FERNANDES, L.A.; SIQUEIRA, J.O. GUEDES, G. A. de A.; CURI, N. Propriedades químicas e bioquímicas de solos sob vegetação de mata e campo cerrado adjacentes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.21, n.1, p.58 - 70, 1997.
- FRANZEN, H.; LAL, R.; EHLERS, W. Tillage and mulching effects on physical properties of a tropical alfisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.28, n.3/4, p. 329-346, Jan. 1994.
- FREIRE, J.C.; SCARDUA, R. Influência da matéria orgânica na retenção de umidade de um Latossolo Roxo distrófico do município de Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.3, n.1, p.29-36. jan./jun. 1979.
- GALLO, R.; MORAES, F.R.P.de; LOTT, W.L.; INFORZATO, R. Absorção de nutrientes pelas ervas daninhas e sua competição com o cafeeiro. Campinas: Instituto Agrônomo, 1958. 13p. (Boletim, 104).
- GAVANDE, S.A. Física del **suelo**: principios y aplicaciones. Mexico: Limusa, 1978.351p.
- GENG, G.Q.; COOTE, R.R. The residual effect of soil loss on the chemical and physical quality of three soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 48, n.3/4, p.415-429, 1991.

- HALVORSON, J.J.; SMITH, J.L.; PAPENDICY R.I. Issues of scale for evaluating soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 52, n.1, p.26-30, Jan./Feb. 1997.
- HARGROVE, W.L.; THOMAS, G.W. Effect of organic matter on exchangeable aluminum and plant growth in acid soils. In: BAKER, D.E. (ed.). *Chemistry in the soil environment*. Madison: ASA, 1981. "n.p." (Special Publication, 40).
- HAYNES, R.J.; SWIFT, R.S. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.41, n.1, p.73-83, 1990.
- HERMAWAN, B; CAMERON, K.C. Structural changes in a silt loam under long term conventional or minimum tillage. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.26, n.2, p.139-150, 1993.
- HUBBARD, R.K.; HARGROVE, W.L.; LOURANCE, R.R. ; WILLIAMS, R.G.; MULLINIX, B.G. Physical properties of a clayey costal plain soil as affected by tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.49, n.3, p.276-283, May/June 1994.
- HUNT, H.W.; STEWART, J.W.B.; COLE, C.V. A conceptual model for interactions among carbon, nitrogen, sulphur, and phosphorus in grasslands. In: BOLIN, B.; COOK, R.B. (eds.). *The major biogeochemical cycles and their interactions*. New York: SCOPE 21, 1983. p. 303-322.
- ISMAIL, I.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. Long-term no tillage effects on soil properties and continuous com yields. *Soil Science Society of America*, Madison, v.58, n.1, p.193-198, Jan./Feb, 1994.
- IYAMUREMYE, F.; DICK, R.P. Organic amendments and phosphorus sorption by soils. *Advances in Agronomy*, New York, v.56, p.139-185, 1996.
- JANKE, R. R.; PAPENDICK, R.I. Preface. In: DORAN, J.W. ; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. ix - xi.
- KANDELER, E.; MURER, E. Aggregate **stability** and soil microbial processes in a soil with different cultivation. *Geoderma*, Amsterdam, v.56, n.1/4, p.503-513, 1993.
- KARLEN, D.L. Conservation tillage research needs. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.45, p.365-369, 1990.
- KARLEN, D.L.; EASH, N.S.; UNGER, P.W. Soil and crop management effects on soil quality indicators. *America Journal Alternative Agriculture*, Ankeny, v.7, n.1/2, p.48-55, 1992.

- KARLEN, D.L.; STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. Cap.1, p.3-21. (Special. Publication, 35).
- KARLEN, D.L.; WARVEL, G.E.; BULLOCK, D.G.; CRUSE, R.M. Crop rotation for the 21st century. **Advances in Agronomy**, New York, v.53, p.1-45, 1994a.
- KARLEN, D.L.; WOLLENNHAUPT, N.C.; ERBACH, D.C.; BERRY, E.C.; SWAN, J.B.; EASH, N.S.; JORDAHL, J.L. Long-term tillage effects on soil quality. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.32, n.4, p.313-327, 1994b.
- KEMPER, B.; DERPSCH, R. Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by covers crops and no-till tillage techniques in Parana, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.1, n.3, p.253-267, Aug. 1981.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. pt. 1, p.499-510.
- KENNEDY, A.C.; PAPENDICK, R.I. Microbial characteristics of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.243-248, May/June 1995.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo - planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 164 p.
- LAL, R. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments, **Advances in Agronomy**, New York, v.42, p. 85-197, 1989.
- LAL, R. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.27, n.1/4, p.1-8, 1993.
- LAL, R.; MAHBOUBI, A.A.; FAUSEY, N.R. Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.2, p.517-522, 1994.
- LAL, R.; PIERCE, F.J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIERCE, F.J. (eds.). **Soil management for sustainability**. Ankeny: SWCS, 1991, p.1-5.
- LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. Cap.3, p.37-51. (Special. Publication, 35).
- LEE, L. K. Sustainability and land-use dynamics. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.51, n.4, p. 295, July/Aug. 1996.

- LEVY, J.; LEVIN, G.J.; SHAINBERG, I. Seal formation and interrill soil erosion. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.58, n.1, p.203-209, Jan./Feb. 1994.
- LOCH, R.J.; POCKNEE, C. Effects of aggregation on soil erodibility: Australian experience. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.50, n.5, p.504-506, 1995.
- LOW, A.J. The effect of cultivation on the structure and other physical characteristics of grassland and arable soils (1945-1970). *Journal of Soil Science*, Oxford, v.23, n.4, p.363-380, 1972.
- MACHADO, J.A.; BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo sobre algumas propriedades físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.2, n.2, p.81-84, 1978.
- MAHBOUBI, A.A.; LAL, R.; FAUSSEY, N.R. Twenty eight years of tillage effects on two soil in Ohio. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 57, n.2, p.506-512, Mar./Apr. 1993.
- MAZURAK, A. P. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Science*, Baltimore, v.69, p.135-148, 1950.
- MEDCALF, J.C.; VITA, R. de. Herbicidas de pré-emergência para o controle de ervas daninhas durante a colheita do café. *FIR*, S. Paulo, v. 3, n.1, p.50-56, 1960.
- MEDINA, H. P. Constituição física. In: MONIZ, A.C. *Elementos de pedologia*. São Paulo: USP, 1972. p.11-20.
- MORIN, J.; VAN WINKEL, J.; The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. *Soil Science American Journal*, Madison, v.50, n.4, p.1223-1227, Jul./Aug. 1996.
- MUZZILI, O. Influência do sistema de plantio direto comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.1, p. 95-102, 1983.
- MUZZILI, O. Cafeicultura baseada em sistemas integrados de produção no Norte de Paraná. Londrina: IAPAR, 1987. 31p. (Circular, 49)
- NASCIMENTO, E. J. do; MOURA FILHO, W.; da COSTA, L. M.; CRUZ, J.C.; REGAZZI, A.J. Dinâmica da matéria orgânica em um Latossolo Vermelho - Escuro distrófico, fase cerrado, submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Ceres*, Viçosa, v.38, n.220, p.445-452, 1991.

- NICOU, R.; CHARREAU, C.; CHOPART, J.L. Tillage and soil physical properties in semi-arid Weste Africa. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.27, n.1/4, p. 125-147, Oct. 1993.
- OLIVEIRA, M.; CURI, N.; FREIRE, J.C. Relações massa/volume em Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa da região de Lavras, (MG). *Ciência e Prática*, Lavras, v.7, n.1, p.66-74, jan./jun. 1983.
- PACKER I.J.; HAMILTON, G.J. Soil physical and chemical changes due to tillage and their implications for erosion and productivity. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.27, n.1/4, p.327-339, 1993.
- PARR, J.F.; PAPENDIICK, R.I.; HORNICH, S.B.; MEYER, R.E. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agricultura. *American Journal Alternative Agriculture*, Greenbelt, v.7, p.5-11, 1992.
- PAVAN, M.A. **Alumínio** em solos ácidos do Paraná: Relação entre σ alumínio não - trocável, trocável e solúvel com o pH, DTC, porcentagem de saturação de Al e matéria orgânica. *Revista Brasileira da Ciência do solo*, Campinas, v.7, n.1, p.39-47, jan./abr, 1983.
- PAVAN, M.A.; CARAMORI, P. H. ; ANDROCIOLI FILHO, **A**, SCHOLZ, M. F. Manejo da cobertura morta do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira. 1. Influência na fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasilia, v.21, n.2, p.187-192, fev. 1986.
- PENNOCK, D.J.; ANDERSON, D.W.; JONG, E. de. Landscape-scale changes in indicators of **soil** quality due to culltivation in Sakatchewan, Canada. *Geoderma*, Amsterdam, v.64, n.1, p.1-19, 1994.
- PIKUL, J.L.; ZUZEL, J.F. Soil crusting and water infiltration affected by long-term tillage and residue management. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.58, n.5, p.1524- 1530, Sept./Oct. 1994.
- QUEIROZ NETO, J.P. de; GROHMANN, F. Estado de agregação da Terra Roxa (Série Chapadão) num ensaio de adubação de milho. *Bragantia*, Campinas, v.22, n.50, p.635-646, out. 1963.
- QUEIROZ NETO, J.P. de ; OLIVEIRA, J.B. de; GROHMANN, F. Característica **da** estrutura de um Podzólico Vermelho-Amarelo da estação experimental de Monte Alegre do Sul. *Bragantia*, Campinas, v.25, n.11, 1966.
- RASMUSSEN, P.E.; COLLINS, H.P. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Advances in Agronomy*, New York, v.45, p.93-134, 1991.

- REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. São Paulo: Mac Graw Hill do Brasil, 1978. 119p.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M. da; CABEDA, M.S.V. índices de estabilidade de agregados e suas relações com características e parâmetros de solo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p.283-290, 1993.
- REICOSKY, D.C.; KEMPER, W.D.; LANGDAL, E.G.W.; DOUGLAS, Jr., C.L.; RASMUNSEN, P.E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production, **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.253-261, 1995.
- REIS P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado do bicho mineiro, *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera:Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.25, n.1, p.77-86, 1996.
- RHOTON, F. E.; BRUCE, R.R.; BUEHRING, N.W.; ELKINS, G.B.; LANGDALE, C.W.; TYLER, D.D. Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no - tillage systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.28, n.1, p.51-61, Nov. 1993,
- ROBBINS, S.G.; VOSS, R.D. Phosphorus and potassium stratification in conservation tillage systems. **Journal of Soil and Water Conservation**, Baltimore, v.46, n.4, p.300, July/Aug. 1991.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 3.ed. Londrina: [s.n.], 1995. 675p.
- ROMIG, D.E.; GARLYND, M.J.; HARRIS, R. F.; McSWEENEY K. How farmers assess soil health and quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, Baltimore, v.50, n.3, p.229-236, May/June 1995
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Estudo da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.407- 414, 1996.
- SANTOS, J.C.F. Comportamento de propriedades físicas e químicas de dois Latossolos Roxos sob diferentes sistemas de rotação de culturas em plantio direto**: Lavras: EŠAL, 1993. 101 p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SHAINBERG, I; LEVY, G.J.; RENGASAMY, P.; FRENKEL, H.; Aggregate stability and seal formation as affected by drop's impact energy and amendments. **Soil Science**, Baltimore, v.154, n.2, p.113-119, 1992.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C. ; DERPSCHE, R. Comparison of three different tillage system with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an oxisol. Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v.151, p.137-148, June 1982.

- SIDIRAS, N., PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.3, p. 249-254, 1985.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, S.R. ; ROTH, C.H. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo Roxo distrófico sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.3, p.265-268, set.-dez. 1984.
- SILVA, J.E. da; LEMANSKI, J. ; RESCK, D.V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.3, p.541-547, 1994.
- SILVA, M.S.L. da; RIBEIRO, M. R. Influência do cultivo contínuo da cana - de açúcar nas propriedades químicas de solos argilosos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p.389-394. mar. 1995.
- SILVEIRA, G.M. da; KURACHI, S.A.H. **Métodos de cultivo em cafezal e a estrutura do solo**. Campinas: Inst. Agrônomo, 1981. 9p. (Boletim Técnico, 70)
- SINDELAR, B.W.; MONTAGNE, C.; KROOS, R.H. Holistic resource management: **An approach to sustainable agriculture on Montana's Great Plains**. **Journal of Soil and Water Conservation**, Anken, v.50, n.1, p.45-48, Jan./Feb. 1995.
- SIQUEIRA, J.O. ; MOREIRA, F.M.de S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMBRAPA. CNPAF-CNPSo SPI, 1994. 142p.
- SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. **Soil & Tillage, Research**, Amsterdam, v.16, n.1-2, p.179-201, Apr. 1990.
- STEINHARDT, G.C. Soil quality: A new idea that includes an old one. **Journal of soil and water conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.222, May/June 1995.
- STEVENSON, F.J. **Cycles of Soil-Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrientes**. New York: J. Wiley & Sons, 1986.380p.
- THOMAS, G.W.; HASZLER, G.R.; BLEVINS, R.L. The effects of organic matter and tillage on maximum compactibility of soils using the proctor test. **Soil Science**, Baltimore, v.161, n.8, p.503-508, 1996.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, London, v.33, p.141-163, 1982.
- TROEH, F.R.; HOBBS, J.A.; DANAHUE, R.L. **Soil and water conservation: for productivity and environment protection**. New Jersey: Prentice-Hall, 1980.718p.

- VETTORI, L. **Métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7)
- VIEIRA, M.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho - Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.873-882, jul. 1984.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: **American Society of Agronomy**, 1965. pt.1, p.499-510.
- VYN, T.J.; RAINBAULT, B.A. Long-term effect of five tillage systems on **corn** response and soil structure. **Agronomy Journal** Madison: v.85, n.5, p.1074-1079, Sept./Oct. 1993.
- WARKENTIN, B. The changing concept of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.226-228, 1995.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide handbook**. 17th.ed. Champaign, 1994. 352 p.
- ZHANG, H.; HARTGE, K.H.; RINGE, H. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.1, p.239-245, Jan./Feb. 1997.



Apêndice

Tabela 1A-Resumo do quadro de análise de variância do teor de **MO** nas camadas de 0 - 15 e 15 - 30 cm. Experimento “Efeito de diferentes métodos na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) de controle de plantas daninhas sobre a qualidade de um LRd”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L	MO	
		QM	
		0 - 15 cm	15-30 cm
Repetição	2	0,04740	0,88328
Tratamento	7	70,16866**	65,71883**
Resíduo (a)	14	1,07566	0,68336
Parcelas	23	-----	-----
Biênios	6	22,67810**	19,69534**
RxB(Res. b)	12	1,50779	1,67981
T x B	42	2,58654**	2,84284**
Resíduo (c)	84	0,61456	0,56387
Total	167	-----	-----
C.V.(%) Trat.		9,97	9,01
C.V.(%) Biênios		11,80	14,13
C.V.(%) T x B		7,50	8,19

Tabela 2A Resumo do quadro de análise de variância do diâmetro médio geométrico **DMG** nas camadas de 0 - 15 e 15 - 30 cm. Experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd”, São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L	DMG			
		QM		QM	
		0 - 15 cm	G.L.	15 - 30 cm	G.L.
Repetição	2	0,28754	2	0,267070	
Tratamento	7	4,14247**	7	2,545342**	
Resíduo (a)	14	0,06681	14	0,069191	
Parcelas	23	-----	23	-----	
Biênios	7	11,18349**	3	0,798291**	
R x B (Res.b)	4	2,55327	6	0,029168	
T x B	9	0,28023**	21	0,103069**	
Resíduo (c)	98	0,07714	42	0,061004	
Total	191	-----	95	-----	
C.V.(%) Trat.		14,03		19,88	
C.V.(%) Biênios		23,07		12,91	
C.V.(%) T x B		15,07		18,67	

Tabela 3A **Resumo do quadro de análise de variância da ADA nas camadas de 0 - 15 e 15 - 30 cm.** Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L	Q. ADA	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	-----	-----
Tratamento	7	101,48028*	155,43963*
Resíduo (a)	14	35,75054	41,63860
Parcelas	23	-----	-----
Biênios	8	264,81942**	273,09948**
R x B (Res.)	16	30,75816	28,17576
T x B	56	34,86595 n.s.	70,62425**
Resíduo (c)	112	28,65381	38,21210
Total	215	-----	-----
C.V.(%) Trat.		28,39	31,66
C.V.(%) Biênios		26,33	26,04
C.V.(%) T x B		25,42	30,33

Tabela 4A. **Resumo do quadro de análise de variância da Ds e VTP nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm.** Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L	Q. Ds			
		Ds		VTP	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	---	---	-----	-----
Tratamento	7	0,46629**	0,316216**	415,19125**	265,80652**
Resíduo (a)	14	0,005179	0,004272	4,93248	9,87195
Parcelas	23	-----	-----	-----	-----
Biênios	8	0,071625**	0,0179831*	205,75363**	214,93266**
R x B Res.b)	16	0,003238	0,0054766	7,30523	8,10915
T x B	56	0,011255**	0,003736 n.s.	12,72639**	16,99324**
Resíduo (c)	112	0,003876	0,003348	5,16060	
Total	215	-----	-----	-----	-----
C.V.(%) Tratam.		5,66	5,08	3,90	5,59
C.V.(%) Biênios		4,48	5,65	4,75	5,07
C.V.(%) T x B		4,90	4,42	3,99	4,62

Tabela SA Resumo do quadro de análise de variância dos fatores pH e P nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRD". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		pH		P	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,001362	0,15117	3,41593	0,03588
Tratamento	6	0,030896*	1,40984*	11,10654**	0,680475**
Resíduo (a)	12	0,0077665	0,18681	1,91374	0,073810
Parcelas	20				
Biênios	7	0,11917**	2,70489**	66,46269**	2,99676*
R x B (Res.)	14	0,006797	0,15194	3,32957	0,09095
T x B	42	0,003847 ns	0,17347 ns	2,87945*	0,22486'
Resíduo (c)	84	0,004096	0,11605	1,88715	0,048155
Total	167				
C.V.(%) Tratam.		3,49	7,85	35,27	16,11
C.V.(%) Biênios		3,28	7,08	46,53	17,88
C.V.(%) T x B		2,55	6,19	35,03	13,01

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 6A - Resumo do quadro de análise de variância dos fatores K e Ca + Mg nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRD". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		K		Ca + Mg	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	2,06561	9,48286	0,02701	0,58835
Tratamento	6	15,25110*	5,50970 n.s.	0,94390**	0,87784 **
Resíduo (a)	12	4,27406	6,24232	0,08878	0,14158
Parcelas	20				
Biênios	7	28,09189**	13,41517*	1,89544**	2,17301**
R x B (Res.)	14	4,21781	3,50856	0,11285	0,20792
T x B	42	3,78894	2,04459 n.s.	0,12567*	0,16111**
Resíduo (c)	84	2,21908	2,08388	0,07415	0,05665
Total	167				
C.V.(%) Tratam.		18,84	28,38	13,81	26,40
C.V.(%) Biênios		22,54	21,28	15,58	31,99
C.V.(%) T x B		13,58	16,40	12,63	16,70

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 7A Resumo do quadro de análise de variância do fator AI nas camadas de 0 a 15 e 15 e 30 cm. Experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M	
		AI	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,007241	0,005497
Tratamento	6	0,007385 n.s.	0,02581**
Resíduo (a)	12	0,003106	0,004283
Parcelas	20	-----	-----
Biênios	7	0,029984;	0,41633**
R x B (Res.b)	14	0,01092	0,03347
T x B	42	0,00328	0,01007
Resíduo (c)	84	0,00285	0,0087134
Total	167	-----	-----
C.V.(%) Trat.		6,95	7,63
C.V.(%) Biênios		13,02	21,34
C.V.(%) T x B		6,65	10,89

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 8A Resumo do quadro de análise de variância dos fatores Ca e Mg nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		Ca		Mg	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,05284	0,048181	0,000989	0,142047
Tratamento	6	0,53535**	1,140267**	0,159708**	0,196955 n.s.
Resíduo (a)	12	0,046553	0,098204	0,008075	0,085721
Parcelas	20	-----	-----	-----	-----
Biênios	4	1,25651**	2,506772**	0,22253**	0,39513*
R x B Res.b)	8	0,05758	0,161379	0,01103	0,067728
T x B	24	0,03185 n.s.	0,094727**	0,017552*	0,062048 n.s.
Resíduo (c)	48	0,021563	0,038607	0,008938	0,037089
Total	104	-----	-----	-----	-----
C.V.(%) Tratam.		10,96	18,54	7,14	26,32
C.V.(%) Biênios		12,18	23,77	8,34	23,40
C.V.(%) T x B		7,46	11,63	7,51	17,31

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 9A Resumo do quadro de análise de variância dos fatores H + Al e S nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, M cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		H + Al		S	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,020095	0,036543	0,03006	0,13973
Tratamento	6	0,174957*	0,249192**	0,77276**	1,49729**
Resíduo (a)	12	0,039932	0,03585	0,05255	0,14742
Parcelas	20	-----	-----	-----	-----
Biênios	4	0,802496**	0,709765**	1,49117**	2,86975**
R x B (Res.b)	8	0,036289	0,0843954	0,05208	0,227657
T x B	24	0,022313n.s.	0,0241168 n.s.	0,0350n.s.	0,112298**
Resíduo (c)	48	0,017297	0,017900	0,02162	0,049718
Total	104	-----	-----	-----	-----
C.V.(%) Tratam.		11,18	10,53	9,98	19,75
C.V.(%) Biênios		10,66	10,32	9,94	24,54
C.V.(%) T x B		7,36	7,44	6,41	11,47

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 10A Resumo do quadro de análise de variância dos fatores t e T nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento "Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, M cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd". São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		t		T	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,015348	0,12444	0,010036	0,066075
Tratamento	6	0,756296**	1,39956**	0,23961**	0,53114**
Resíduo (a)	12	0,056350	0,13872	0,043667	0,04715
Parcelas	20	---	-----	-----	---
Biênios	4	1,518021**	2,75471**	0,478653**	2,09093**
R x B (Res.b)	8	0,05554	0,21567	0,057505	0,092273
T x B	24	0,02982n.s.	0,10894**	0,01165n.s.	0,053784*
Resíduo (c)	48	0,024364	0,047426	0,012349	0,03125
Total	104	-----	-----	-----	-----
C.V.(%) Tratam.		10,24	18,82	7,21	8,39
C.V.(%) Biênios		10,16	23,46	8,44	11,74
C.V.(%) T x B		6,73	11,00	3,91	6,84

Dados transformados para raiz $x + 0,5$

Tabela 11A R e m o do quadro de análise de variância dos fatores **m** e **V** nas camadas de 0 - 15 e 15 e 30 cm. Experimento “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, sobre a cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um LRd”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

C. Variação	G.L.	Q. M			
		m		V	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Repetição	2	0,13264	16,28605	11,47698	72,8262
Tratamento	6	30,38861**	124,22989*	312,38774**	628,91145**
Resíduo (a)	12	1,76394	33,38947	30,49367	87,59729
Parcelas	20	—	-----	-----	-----
Biênios	4	184,34942**	156,432078*	1030,38183**	997,77407**
R x B (Res.)	8	1,34435	22,9681	25,41506	81,84306
T x B	24	6,292608	16,72339n.s.	23,07769 n.s.	50,85669*
Resíduo (c)	48	1,321516	10,024546	16,421694	25,39807
Total	104	-----	-----	-----	-----
C.V.(%) Tratam.		14,32	46,77	10,54	20,28
C.V.(%) Biênios		12,50	38,79	9,62	19,60
C.V.(%) T x B		12,59	25,65	7,74	10,97

Dados transformados para arco seno da raiz de x/100

Tabela 12A Resumo dos quadros de análises de variâncias em sacas beneficiadas/ha. Experimento, “Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas, sobre a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) instalados em Latossolo Roxo distrófico”. São Sebastião do Paraíso, MG, EPAMIG, 1997.

Causas		Q. M - Biênios									Q. M. Médias		
Var.	G.L.	78/79	80/81	84/85	86/87	88/89	90/91	92/93	94/95	1996	C.Var.	G.L.	Medias
Rep.	2	0,215	0,403	0,013	1,11	0,017	0,044	0,002	0,729	0,386	Repet.	8	3,758
Trat.	6	0,135 ns	0,054 ns	0,278'	0,079ns	0,008ns	0,069ns	0,294ns	0,348ns	0,155ns	Trat.	6	1,36*
Res.	12	0,077	0,070	0,076	0,102	0,005	0,062	0,158	0,173	0,200	Res.	48	0,051
Total	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Total	62	—
c.v.	(%)	5,62	4,57	4,79	5,13	4,71	5,07	10,37	7,42	9,45	c.v.	(%)	4,26

Dados transformados para raiz de x + 1.