

PROPRIEDADES DO SOLO EM CAFEZAIS E SUAS SUCESSÕES NO SUL DE MINAS GERAIS

Franciane Diniz Cogo¹; Adriano Ribeiro Guerra²; Rodrigo Luz da Cunha³; Yuri Lopes Zinn⁴

¹Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, fdcogo@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, M.Sc., Bolsista de Apoio Técnico I da Fapemig, guerra.ar@hotmail.com

³Pesquisador, D.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, rodrigo@epamig.ufla.br

⁴Professor, Ph.D., Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, ylzinn@dcs.ufla.br

RESUMO: A lavoura cafeeira é caracterizada por manejo e/ou mecanização intensivos, o que pode causar efeitos ambientais deletérios, como compactação e perda de matéria orgânica do solo (MOS), de modo que é necessário buscar sistemas de manejo que minimizem tais impactos. Este trabalho teve por objetivo avaliar as propriedades físicas e químicas do solo em diferentes sistemas agrícolas baseados em cafeeiro ou em sua sucessão, no Sul de Minas Gerais. Foram amostrados: 1) um sistema de cafezal solteiro, 2) sistema de cafezal consorciado com macadâmia, 3) um sistema de plantio direto de milho com 10 anos, e 4) uma mata secundária de 30 anos, todos estabelecidos em áreas previamente ocupada por cafeeiro solteiro. Solos sob todos os tratamentos foram amostrados nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20 e 30-40 cm; sendo a lavoura cafeeira amostrada em duas posições: entrelinha e linha de plantio. Solos sob cafezais se diferenciaram quanto à posição de amostragem, ocorrendo maior acidez (provavelmente devido à adubação amoniacal) e menor teor de bases na posição linha do que na entrelinha, mas sem diferença em densidade do solo, estabilidade de agregados e teor de MOS. Entre os tratamentos, maior acidez do solo foi observada sob o cafezal+macadâmia e plantio direto. A MOS foi maior para a mata secundária a 0-5 cm, mas na profundidade 20-40 foi maior sob os cafezais, talvez devido ao preparo do solo em pré-plantio. Pelo mesmo motivo, a menor estabilidade de agregados foi observada para os cafezais em subsuperfície, enquanto a maior densidade do solo foi verificada no plantio direto a 0-5 cm. Os resultados obtidos sugerem que os dois tipos de cafezal podem ser considerados manejos sustentáveis em relação à qualidade do solo.

Palavras-chave: cafeeiro, sistema agroflorestal, plantio direto, fertilidade do solo, compactação do solo.

SOIL PROPERTIES IN COFFEE PLANTATIONS AND THEIR SUCCESSION IN SOUTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT: Coffee plantations require intensive management and/or mechanization, which can cause deleterious effects such as soil compaction and loss of soil organic matter (SOM). Thus, it is necessary to seek management systems that minimize such impacts. This study aims to evaluate soil physical and chemical properties in different cropping systems based on coffee or its succession in southern Minas Gerais. We sampled: 1) a conventional coffee plantation, 2) a coffee+macadamia agroforestry system, 3) a 10-yr no-till corn crop, and 4) a 30-yr old secondary forest, all established in areas previously occupied by conventional coffee. Soil under all treatments were sampled at depths 0-5, 5-10, 10-20 and 30-40 cm, and coffee crops were sampled at two positions: planting row and between rows. Under coffee stands, soils in planting rows were more acidic (probably due to ammonia fertilization) and with lower base saturation than in between rows, but no differences in bulk density, aggregate stability or SOM content occurred. Among treatments, higher soil acidity was noted under coffee+macadamia and no-till corn. SOM content was higher under secondary forest at 0-5 cm, but at the 20-40 cm SOM was higher under both coffee stands, perhaps due to pre-planting soil preparation. Probably because of this reason, aggregate stability was lower in subsurface soils under coffee stands, whereas bulk density was significantly higher under no-till at 0-5 cm depth. Our results suggest that both coffee systems can be considered sustainable land uses, in regard to soil quality.

Keywords: coffee, agroforestry system, no-till, soil fertility, soil compaction.

INTRODUÇÃO

O manejo escolhido para a condução das atividades agrícolas afeta diretamente diversas propriedades do solo. A prática de mecanização intensiva da lavoura cafeeira ao longo dos anos pode causar problemas como a compactação do solo, que mais tarde podem afetar a produtividade da lavoura. A compactação do solo interfere no crescimento do sistema radicular do cafeeiro, pois, com o solo seco, as raízes podem ser incapazes de atravessar a camada compactada (RENA et al., 2000). Ainda, as forças exercidas pelas máquinas sobre o solo acarretam a diminuição da macroporosidade, e consequentemente, afetam a infiltração, retenção de água e trocas gasosas do solo.

No entanto, outros aspectos culturais podem atuar no sentido de atenuar ou agravar estes efeitos negativos. O sistema de manejo convencional ou a pleno sol do cafezal consiste em plantio, em diferentes espaçamentos, de cafeeiros em linha. Por outro lado, o sistema agroflorestal consiste na alternância de cafeeiros e árvores, e é marcado pela grande produção de folhas e galhos que recobrem o solo, reduzindo o impacto causado pelas chuvas e máquinas, e também pode aumentar os teores de matéria orgânica do solo (MOS). Outra vantagem da adoção de sistemas agroflorestais na cafeicultura é a diminuição da flutuação bianual da produção, maior controle de plantas invasoras, melhores condições

de drenagem e aeração do solo (DA MATTA, 2004). Se ocorrer aumento do teor de MOS, é possível que ocorra sequestro de C nos cafezais, o que é facilitado pelo fato desta cultura ser arbórea, perene e não requerer revolvimento anual do solo. Dentre as várias espécies arbóreas utilizadas nos sistemas agroflorestais, destaca-se o cedro australiano (*Toona ciliata*) e a macadâmia (*Macadamia integrifolia*). A macadâmia é uma espécie subtropical originada da Austrália e requer ambiente bem próximo o exigido pelo cafeeiro, como o clima, a temperatura e pH do solo, favorecendo sua utilização no sistema agroflorestal, produzir frutos de grande valor no mercado. Por outro lado, a conviência do produtor pode levar à substituição do cafezal por outra cultura ou mesmo seu abandono temporário (pousio), e os efeitos destas práticas sobre o solo devem ser conhecidos para a melhor avaliação de sua sustentabilidade ambiental.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas e químicas do solo em cafezal convencional e consorciado com macadâmia no sul de Minas Gerais, em comparação com antigas áreas de cafezal atualmente ocupadas por milho em plantio direto e mata secundária.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras para este estudo foram coletadas na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de São Sebastião do Paraíso, na região Sul de Minas Gerais (20°55'29" S, 47°06'03" W), à altitude média de 865 metros, em terreno de declividade média de 8°. O clima da região é do tipo Aw - tropical quente e úmido com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual é 1.470 mm, e a temperatura média anual de 20,8 ° C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, desenvolvido sobre basalto, com teor médio de 47% de argila.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e três repetições. Os tratamentos constituíram-se de sistemas agrícolas perenes e anuais, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos tratamentos.

Símbolo	Descrição/posição de amostragem
CS-L	Cafeeiro solteiro-Linha
CS-EL	Cafeeiro solteiro-Entrelinha
CM-L	Cafeeiro com macadâmia-Linha
CM-L	Cafeeiro com macadâmia-Entrelinha
PD	Plantio direto
MS	Mata secundária

Os cafezais, atualmente com 11 anos de idade, foram implantados com a cultivar Catuai Vermelho LCH 2077-2-5-99, no espaçamento 3,5 x 0,5 m. Cada bloco é formado por 4 ruas, sendo as ruas adjacentes consideradas bordaduras. Para o cafeeiro agroflorestal consorciado com macadâmia, foi utilizado o espaçamento 3,5 x 0,5 m para o cafeeiro, estando as árvores de macadâmia na mesma linha do cafeeiro, distanciadas 5 m umas das outras (Fig. 1). Os tratos culturais, calagem e gessagem, plantio, adubações minerais, formação e produção foram realizados conforme as recomendações técnicas (Guimarães et al., 1999), com o uso de formulações de NPK (20-05-20), divididas em quatro aplicações no período de dezembro a março, de acordo com a análise química do solo. O sistema de plantio direto de milho foi implantado há dez anos em antiga lavoura de café convencional. A mata nativa é uma vegetação secundária que cresceu em área de lavoura cafeeira abandonada há 30 anos.

A amostragem do solo foi realizada em dezembro de 2010, sendo coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 30-40 cm. A densidade do solo (Ds) foi obtida pela razão entre a massa da amostra seca a 105°C e o volume do cilindro, conforme as equações 1 e 2:

Eq. 1: $Ds = m/Vc$ em que: Ds = Densidade do solo, $g\ cm^{-3}$; m = massa de solo seco; Vc = volume do anel, (cm^3) .

Eq. 2: $Vc = (\pi d^2 / 4) \cdot hc$, em que: Vc = volume do anel, cm^3 ; d = diâmetro do anel, cm ; hc = altura do anel, cm .

A estabilidade de agregados em água foi determinada pela técnica de peneiramento úmido, descrita por Nimmo & Perkins (2002). Torrões do solo previamente secos ao ar foram peneirados em malha de 8 mm e retidos em malha de 2 mm. Em seguida, 25 g de amostra foram colocadas em um conjunto de peneiras (2, 1, 0,5, 0,25 e 0,106 mm), adaptado a um dispositivo mecânico com movimento de oscilação vertical (30 oscilações/minuto), dentro de um recipiente com água. Após secagem em estufa a 105 ° C, o solo retido em cada peneira foi pesado para calcular o diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados.

Para a determinação dos atributos de fertilidade do solo, as amostras de solo foram secas ao ar, passadas em peneiras com malha de 2 mm de diâmetro e analisadas conforme Embrapa (1997). O pH em água foi determinado na proporção 1:2,5, enquanto Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} foram extraídos com KCL 1N e analisados por absorção atômica e titulação. Teores de P e K disponíveis foram determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente, após a extração com reagentes de Mehlich-1. Usou-se o acetato de cálcio 1 N a pH 7,0 para extração de Al+H, determinados por titulação.

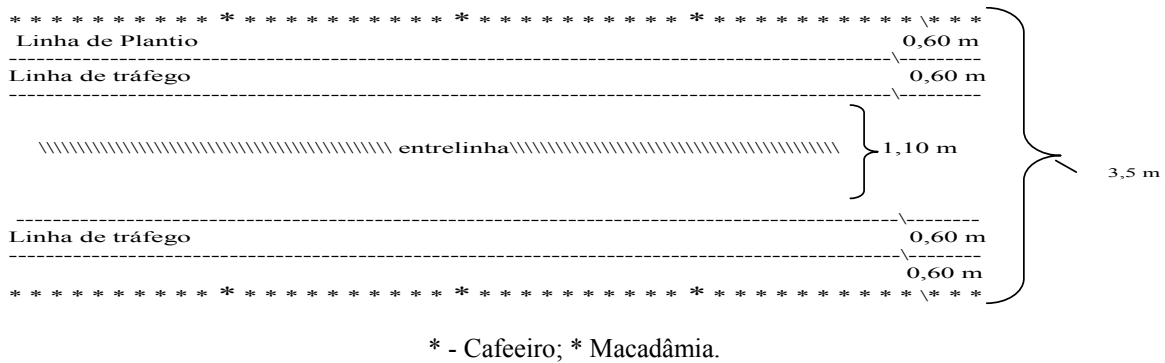


Figura 1. Croqui da parcela experimental do estudo, para o tratamento café consorciado com macadâmia

As análises estatísticas foram realizadas com o pacote JMP 5.1 (SAS Institute, Cary, NC). Para verificar o efeito da posição de amostragem dentro dos cafezais, foi utilizado o teste de *t* para $P < 0,05$. Para o teste de médias dos tratamentos CC-L, CM-L, PD e MS, foi utilizado o teste de Tukey, para $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acidez, Fertilidade e Matéria Orgânica do Solo

O cafezal é um ecossistema marcado pela diversidade de ambientes incluindo áreas sombreadas (linha de plantio), ou a pleno sol com compactação forte (linha de tráfego) ou média (entrelinha). A Tabela 2 mostra como as propriedades químicas do solo variam de acordo com a posição de amostragem. Observa-se uma forte tendência a menor pH na linha de plantio, até 0-20 cm de profundidade, o que pode estar associado à aplicação de fertilizantes com N amoniacal, causando nitrificação e acidificação local. Em consequência houve tendência a maior teor de Al+H na linha de plantio, também a 0-20 cm de profundidade, especialmente no consórcio com macadâmia. Uma vez que o pH desejável para os cafeeiros deve ser mantido entre 5,0 e 6,0 (Guimarães et al., 1999), deve-se acompanhar seu comportamento o de Al+H e Al em camadas subsuperficiais no sistema agroflorestal. O Al trocável é o componente da acidez do solo que mais prejudica a produtividade da lavoura, e aumentou significativamente na linha do cafezal consorciado a 5-20 cm. O teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} encontra-se abaixo do nível crítico e tende a diminuir na linha de plantio. O desequilíbrio verificado pelo desvio da relação Ca: Mg 3:1 sugere que esteja ocorrendo competição pelo mesmo sítio de absorção (MALAVOLTA, 1996). Não houve indícios de diferenças em P disponível, P-rem, V e T devido à posição no cafezal. O teor de MOS nas posições de linha e entrelinha não foi significamente afetado, sugerindo que apesar das diferenças em tratos culturais e ambientes, os resíduos orgânicos em variados graus de decomposição são de alguma forma redistribuídos da linha para entrelinha e vice-versa. Este resultado expressa certo equilíbrio no ecossistema cafeeiro, pois a MOS contribui com a ciclagem e fornecimento de nutrientes para as plantas, além de atuar como agente cimentante parcial na agregação do solo.

As diferenças entre os cafezais e os demais tratamentos são mostrados na Tabela 3. A mata secundária e o café solteiro apresentaram maior valor de pH, e para a mata isto pode ser explicado pelo fato desta suceder uma lavoura cafeeira onde já foi realizada calagem, e desde então deve ter havido pouca remoção de bases. O menor pH no plantio direto e na linha de plantio do café consorciado sugerem acidificação do solo pela grande atividade radicular do milho e da macadâmia. Os valores mais baixos de P-rem sob cafeeiro com macadâmia podem ser um reflexo do alto teor de H+Al. O fósforo para os dois cafeeiros na linha do plantio encontra-se em uma faixa considerada alta, decorrente da adubação em sulco de plantio 100g/m linear de gesso e superfosfato simples, sugerido por 200 g por cova de superfosfato simples. A relação Ca: Mg: K sugere, como já mencionado, competição entre estes nutrientes pelo mesmo sítio de absorção. A MOS apresenta teores superiores para a mata secundária na camada 0-5 cm, porém entre 20 e 40 cm de profundidade a MOS é maior para os cafezais. Apesar do esperado efeito de maior produção de resíduos no cafezal com macadâmia, o teor de MOS não diferiu daquele do cafeeiro solteiro em nenhuma profundidade. Verificaram-se no milho em plantio direto os valores mais baixos de MOS, apesar do não-revolvimento do solo, para a profundidade abaixo de 10 cm.

Não houve diferença significativa entre as posições linha e entrelinha do cafeeiro, para a densidade do solo (Ds), diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), indicando que estes atributos físicos do solo não variam entre os ambientes, conforme apresentados na Tabela 4. A Tabela 5 mostra que Ds foi afetada significativamente, sendo o valor encontrado para o sistema de plantio direto superior aos demais na camada 0-5 cm. Este efeito do plantio direto é bem conhecido, pois a utilização de máquinas agrícolas para o plantio direto, tratos culturais e colheita provoca a compactação superficial do solo. Para os cafezais a movimentação das máquinas é um pouco menor, e ocorre sempre no mesmo local (linha de tráfego) causando uma densidade comparável à da mata. O DMG e DMP foram significativas menores para os sistemas de cafeeiros na profundidade 10-20 cm, provavelmente em consequência das operações de aração e gradagem ocorridas previamente ao plantio.

Tabela 2. Valores médios para os atributos químicos do solo, em função da posição de amostragem nos cafezais.

Tratamentos	pH (água)	P (mg dm ⁻³)	P-rem (mg L ⁻¹)	K (mg dm ⁻³)	Ca ²⁺cmol dm ⁻³	Mg ²⁺cmol dm ⁻³	Al ³⁺cmol dm ⁻³	H ⁺ +Al ³⁺	T	V	MOS
Profundidade 0-5 cm.....											
CS-L ¹	5,87 *	28,53 ns	8,06 ns	221 ns	2,90 *	0,83 *	0,17 ns	6,60 *	10,90 ns	39,57 *	3,34 ns
CS-EL	6,63 *	45,83 ns	5,56 ns	190 ns	9,07 *	2,3 *	0,00 ns	2,80 *	14,63 ns	80,27 *	3,73 ns
CM-L	5,03 ns	33,90 ns	4,26 ns	247 ns	3,07 ns	1,03 ns	0,30 ns	7,67 ns	12,37 ns	36,26 ns	3,47 ns
CM-EL	5,93 ns	60,67 ns	5,51 ns	162 ns	7,07 ns	1,57 ns	0,06 ns	4,53 ns	13,60 ns	65,56 ns	3,50 ns
Profundidade 5-10 cm.....											
CS-L	4,97*	15,03 ns	3,90 ns	140 ns	1,27 *	0,30 *	0,50 ns	9,87 *	11,8 *	16,30 *	3,47 ns
CS-EL	6,56*	28,33 ns	4,06 ns	172 ns	4,37 *	1,13 *	0,00 ns	2,73 *	8,67 *	69,06 *	3,77 ns
CM-L	4,27*	9,30 ns	1,86 ns	178 ns	1,07 *	0,37 *	1,13 *	13,33 *	15,27 ns	11,87 *	3,23 ns
CM-EL	6,00*	13,43 ns	3,16 ns	109 ns	4,23 *	1,07 *	0,03 *	4,50 *	10,10 ns	54,90 *	3,37 ns
Profundidade 10-20 cm.....											
CS-L	5,57 *	13,16 ns	3,86 ns	185 ns	3,50 ns	0,70 ns	0,13 ns	5,20 ns	9,90 ns	47,96 ns	3,23 ns
CS-EL	6,43 *	6,80 ns	3,86 ns	100 ns	3,87 ns	1,10 ns	0,00 ns	3,17 ns	8,43 ns	62,53	2,97 ns
CM-L	4,43 *	6,27 ns	2,60 ns	170 ns	1,33 *	0,40 *	0,83 *	11,90 *	14,07 ns	16,00 *	3,23 ns
CM-EL	6,10*	10,63 ns	3,40 ns	104 ns	4,07 *	1,00 *	0,30 *	3,70 *	9,06 ns	58,86 *	3,20 ns
Profundidade 30-40 cm.....											
CS-L	5,47 ns	2,80 ns	2,90 *	200 ns	2,33 ns	0,43 ns	0,03 ns	4,53 ns	7,87 ns	40,33 ns	2,70 ns
CS-EL	6,20 ns	1,50 ns	2,70 *	58 ns	2,07 ns	0,57 ns	0,00 ns	3,07 ns	5,9 ns	47,00 ns	2,07 ns
CM-L	4,43 ns	1,13 *	1,76 *	209 ns	2,10 ns	0,47 ns	0,23 ns	4,67 ns	7,77 ns	41,20 ns	2,27 ns
CM-EL	5,77 ns	1,33 *	1,10 *	91 ns	2,43 ns	0,63 ns	0,03 ns	2,80 ns	6,1 ns	52,56 ns	2,33 ns

Obs. * Diferença significativa entre posições de amostragem no mesmo cafezal, pelo teste de *t* ($P < 0,05$); ^{ns} não significativo; ¹ CS-L: café solteiro-linha de plantio; CS-EL: café solteiro-entrelinha; CM-L: café macadâmia-linha de plantio; CM-EL: café macadâmia-entrelinha. T: capacidade de troca de cátions a pH 7; V: saturação por bases.

Tabela 3. Médias dos atributos químicos do solo, em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	pH (água)	P (mg dm ⁻³)	P-rem (mg L ⁻¹)	K (mg dm ⁻³)	Ca ²⁺cmol dm ⁻³	Mg ²⁺cmol dm ⁻³	Al ³⁺cmol dm ⁻³	H+Al	T	V	MOS
Profundidade 0-5 cm.....											
CS-L ¹	5,87 A	28,53 AB	8,06 A	221 A	2,90 A	0,83 B	0,17 A	6,60 A	10,90 A	39,57 A	3,34 B
CM-L	5,03 B	33,90 A	4,26 A	247 A	3,07 A	1,03 B	0,30 A	7,67 A	12,37 A	36,26 A	3,47 AB
PD	5,20 B	7,31 AB	6,13 A	142 A	1,40 A	0,57 B	0,30 A	7,13 A	9,47 A	24,93 A	2,93 B
MS	6,27 A	1,17 B	8,16 A	143 A	4,66 A	2,63 A	0,07 A	4,03 A	11,73 A	42,2 A	5,03 A
Profundidade 5-10 cm.....											
CS-L	7,26 AB	15,03 A	3,90 BC	140 A	1,27 A	0,30 A	0,50 B	9,87 AB	11,8 AB	16,30 A	3,47 A
CM-L	4,27 B	9,30 A	1,86 C	178 A	1,07 A	0,37 A	1,13 A	13,33 A	15,27 A	11,87 A	3,23 A
PD	5,13 AB	7,26 A	6,86 A	76 A	1,17 A	0,33 A	0,40 B	8,47 AB	10,17 B	17,90 A	2,67 A
MS	6,00 A	0,80 A	5,93 AB	88 A	1,77 A	1,33 A	0,10 B	6,00 B	9,33 B	35,17 A	3,87 A
Profundidade 10-20 cm.....											
CS-L	5,57 AB	13,16 A	3,86 AB	185 A	3,50 A	0,70 A	0,13 A	5,20 A	9,90 A	47,96 A	3,23 A
CM-L	4,43 B	6,27 A	2,60 B	170AB	1,33 AB	0,40 A	0,83 A	11,90 A	14,07 A	16,00 A	3,23 A
PD	5,10 AB	4,30 A	5,53 A	63 B	1,10 AB	0,23 A	0,40 A	8,70 A	10,20 A	16,83 A	2,50 B
MS	5,93 A	0,70 A	4,90 AB	81AB	0,67 B	0,50 A	0,17 A	6,33 A	7,77 A	19,93 A	3,10 A
Profundidade 30-40 cm.....											
CS-L	5,47 A	2,80 A	2,90 AB	200 A	2,33 A	0,43 A	0,03 A	4,53 A	7,87 A	40,33 A	2,70 A
CM-L	4,43 A	1,13 A	1,76 B	209 A	2,10 A	0,47 A	0,23 A	4,67 A	7,77 A	41,20 A	2,27 AB
PD	5,63 A	1,06 A	4,33 A	82 AB	1,27 A	0,20 A	0,07 A	3,97 A	5,63 A	29,37 A	2,00 B
MS	5,73 A	0,40 A	4,16 A	52 B	0,10 A	0,10 A	0,10 A	5,43 A	5,80 A	5,83 A	2,13 B

Obs. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, para $P < 0,05$. ¹ CS-L: café solteiro-linha de plantio; CM-L: café macadâmia-linha de plantio; PD: plantio direto; MS: mata secundária. T: capacidade de troca de cátions a pH7; V: saturação por bases.

Tabela 4. Valores médios dos atributos físicos do solo, em função da posição de amostragem nos cafezais.

Tratamentos	Ds	DMG	DMP
	g.cm ⁻³mm.....	
.....Profundidade 0-5 cm.....			
CS-L ¹	1,32 ns	2,64 ns	3,66 ns
CS-EL	1,36 ns	3,00 ns	3,89 ns
CM-L	1,05 ns	2,75 ns	3,91 ns
CM-EL	1,14 ns	3,58 ns	4,43 ns
.....Profundidade 5-10 cm.....			
CS-L	1,38 ns	3,14 ns	4,06 ns
CS-EL	1,37 ns	2,69 ns	3,59 ns
CM-L	1,00 ns	3,04 ns	4,27 ns
CM-EL	1,05 ns	2,67 ns	4,41 ns
.....Profundidade 10-20 cm.....			
CS-L	1,40 ns	3,14 ns	4,27 ns
CS-EL	1,33 ns	3,17 ns	4,60 ns
CM-L	1,11 ns	3,04 ns	4,06 ns
CM-EL	1,04 ns	4,08 ns	4,04 ns
.....Profundidade 10-30 cm.....			
CS-L	1,37 ns	3,32 ns	4,19 ns
CS-EL	1,35 ns	3,17 ns	4,60 ns
CM-L	1,09 ns	2,38 ns	3,45 ns
CM-EL	1,16 ns	4,08 ns	3,45 ns

Obs. ¹Diferença significativa entre posições de amostragem no mesmo cafezal, pelo teste de *t* ($P < 0,05$); ^{ns} não significativo; ¹ CS-L: café solteiro-linha de plantio; CS-EL: café solteiro-entrelinha; CM-L: café macadâmia-linha de plantio; CM-EL: café macadâmia-entrelinha; Ds: densidade do solo; DMG; diâmetro médio geométrico; DMP: diâmetro médio ponderado.

CONCLUSÕES

- 1- A posição de amostragem do solo, dentro dos cafezais solteiros e consorciados, mostrou maior acidez e menor teor de bases na linha de plantio do que na entrelinha, contudo não houve efeito na densidade do solo, estabilidade de agregados e MOS;
- 2- Ao se comparar os cafezais solteiros (CS), consorciado com macadâmia (CM), plantio direto (PD) e mata secundária (MS), observou a tendência a maior acidez em CM e PD, e poucos efeitos consistentes nos demais indicadores de fertilidade;
- 3- O teor de MOS a 0-5 cm de profundidade foi superior em MS, mas a 20-40 cm de profundidade foi maior sob os cafezais. Não houve diferença no teor de MOS entre o cafezal solteiro e o consorciado;
- 4- O plantio direto promoveu a compactação na camada 0-5 cm, enquanto estabilidade de agregado foi menor nos cafezais a 10-20 cm de profundidade;
- 5- Os cafezais apresentam melhor qualidade do solo do que o PD, o que sugere uma grande sustentabilidade desta cultura perene, no que se refere às propriedades do solo.

AGRADECIMENTOS

À Capes, pela bolsa da 1ª autora. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig, Proj. CAG-APQ 01352-09), pelo apoio financeiro. À Epamig (Dr. Paulo T. Gontijo Guimarães e Jurandir J. de Oliveira) pelo apoio durante as amostragens.

Tabela 5. Valores médios dos atributos físicos do solo, em função dos diferentes sistemas de manejo dos cafezais e suas sucessões.

Tratamentos	Ds	DMG	DMP
	g.cm ⁻³mm.....	
.....Profundidade 0-5 cm.....			
CS-L ¹	1,32 AB	3,03 A	4,58 A
CM-L	1,05 B	2,48 A	3,74 A
PD	1,35 A	4,27 A	4,70 A
MS	1,07 B	3,96 A	4,58 A
.....Profundidade 5-10 cm.....			
CS-L	1,38 A	3,33 A	3,59 A
CM-L	1,00 A	2,56 A	3,72 A
PD	1,35 A	4,32 A	4,73 A
MS	1,27 A	4,15 A	4,69 A
.....Profundidade 10-20 cm.....			
CS-L	1,40 A	3,14 B	4,06 B
CM-L	1,11 A	3,04 B	4,27 B
PD	1,33 A	4,54 A	4,83 A
MS	1,35 A	4,66 A	4,90 A
.....Profundidade 10-30 cm.....			
CS-L	1,37 A	3,14 A	3,32 A
CM-L	1,16 A	4,08 A	4,04 A
PD	1,36 A	4,54 A	4,19 A
MS	1,29 A	4,46 A	4,16 A

Obs. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, para P<0,05. ¹ CS- L: café solteiro-linha de plantio; CM-L: café macadâmia-linha de plantio; PD: plantio direto; MS: mata secundária; Ds: densidade do solo; DMG; diâmetro médio geométrico; DMP: diâmetro médio ponderado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA MATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field and Crops Research**, Amsterdam, v. 86, n. 2-3, p. 99-114, 2004

EMBRAPA. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V. H. Cafeeiro. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

SAS Institute 2003. *JMP, Statistics and Graphics Guide*, Version 5.1, SAS Inc., Cary, NC, 593 p.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro**: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80 p. (EPAMIG. Documentos, 37).

MALAVOLTA, E. **Informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas**. In: NUTRIFATOS. Piracicaba, 1996. p.1-24. (POTAFOS. Arquivo do Agrônomo, 10).

NIMMO J. R. & PERKINS K. S. 2002. Aggregate stability and size distribution, pp. 317–328. In: Dane J. H. & Topp G.C. (eds.), **Methods of Soil Analysis, Part 4 - Physical Methods**. Madison, Soil Science Society of America, USA.