

CONTRIBUIÇÕES DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO E NA NUTRIÇÃO DO CAFEIEIRO¹

Davi Lopes do Carmo², Dulcimara Carvalho Nannetti³, Moacir de Souza Dias Júnior⁴,
Tales Machado Lacerda⁵, Djalma José do Espírito Santo⁵, Alfredo Domingues Albuquerque³

(Recebido: 23 de junho de 2010; aceito 6 de setembro de 2011)

RESUMO: O estudo foi realizado em duas propriedades contíguas no município de Machado, Sul de Minas Gerais. Objetivou-se, neste trabalho, verificar as contribuições da vegetação espontânea nas propriedades físico-químicas de um Latossolo e na nutrição do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Utilizaram-se os seguintes sistemas de manejo: lavoura cafeeira sem vegetação espontânea (CSVE/3), lavoura cafeeira com vegetação espontânea (CCVE/3), ambas com três anos de idade, lavoura cafeeira com vegetação espontânea (CCVE/20) e bananal (*Musa* sp) com vegetação espontânea (BCVE/20), ambos com vinte anos de idade, este último utilizado como referência para comparações. Foram coletadas amostras de solo indeformadas para as análises físicas em duas profundidades (0–3 e 15–18 cm), na projeção da copa dos cafeeiros e nas entrelinhas do bananal. As amostras para a análise de fertilidade do solo foram coletadas na profundidade de 0–20 cm, nos mesmos pontos de coleta das amostras indeformadas. Também foram retiradas amostras de folhas para as análises químicas nas plantas correspondentes. Os manejos com vegetação espontânea apresentaram melhor qualidade química do solo com os valores de pH, saturação por bases, capacidade de troca de cátions, soma de bases, cálcio e magnésio mais elevados. A nutrição do cafeeiro mostrou-se melhor em sistema de manejo sob vegetação espontânea, com maiores concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre em tecido foliar. O sistema de manejo sem vegetação espontânea na projeção da copa do cafeeiro mostrou degradação nas propriedades físicas do solo, com maior valor de densidade do solo e menores valores de volume total de poros e de macroporosidade.

Palavras-chave: Cobertura vegetal, estrutura do solo, fertilidade do solo, cafeicultura.

CONTRIBUTION OF SPONTANEOUS PLANTS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF LATOSOL AND IN THE NUTRITION OF THE COFFEE PLANT (*Coffea arabica* L.)

ABSTRACT: One study was conducted on two neighboring farms in the town of Mahado, southern Minas Gerais. The aim of this work was to determine the contribution of spontaneous plants on the physicochemical properties of the Latosol and in the nutrition of the coffee plant (*Coffea arabica* L.). The following management systems were used: coffee crop with no spontaneous plants (CSVE/3), coffee crop with spontaneous plants (CCVE/3), both at three years old, coffee crop with spontaneous plants (CCVE/20) and banana plantation with spontaneous plants (BCVE/20), both at 20 years old, this last one being used a reference for comparisons. Undisturbed soil samples were collected for physical analysis at the depth of 0–3 and 15–18 cm, under the shadow projection of the coffee tree tops and between the rows of the banana plantation (*Musa* sp). Samples for soil fertility analysis were collected at the depth of 0–20 cm at the same spots of the undisturbed soil samples. Leaf samples were also taken for chemical analyses from the corresponding plants. Management with vegetative cover presented a better chemical quality of the soil with higher values of pH, base saturation, and cation exchange capacity, sum of the bases calcium and magnesium were higher. The nutrition of the coffee plant proved to be better under spontaneous plant management, with higher concentrations of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and sulfur in leaf tissue. The management system with no spontaneous plants showed degradation of the soil's physical properties with higher values of soil density and lower values of total pore volume and macroporosity.

Key words: Spontaneous plants, soil structure, soil fertility, coffee farming.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do café no Brasil destaca-se por sua grande área de cultivo e também por tratar-se de um

produto que está entre as principais “commodities” e exportações agrícolas, além de apresentar, grande importância social e econômica. O Brasil é o maior produtor mundial de café, com a produção de 48.094

¹Projeto desenvolvido em parceria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado-MG (IF - Campus Machado) e o Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA).

²Mestrando em Ciência do Solo (DCS/UFLA) - davigoldan@yahoo.com.br

³Professores do IF - Campus Machado-MG, Rodovia Machado-Paraguaçu, Km 07, CEP 37.750-000. dulcimara@mch.ifsuldeminas.edu.br, alfredo@eafmachado.gov.br

⁴Professor Associado do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras (MG) Bolsista CNPq e Pesquisador Mineiro-FAPEMIG. msouzadj@ufla.br

⁵Tecnólogos em Cafeicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado-MG. E-mail: tales_lacerda@yahoo.com.br, dj.santo@uol.com.br

milhões de sacas e o estado de Minas Gerais tem a produção em torno de 25.155 milhões de sacas, o que corresponde, aproximadamente, a 50 % da produção nacional, na safra 2010 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011).

Diversas práticas de manejo são utilizadas no empreendimento da cafeicultura, dentre elas destaca-se o manejo de “plantas invasoras” ou plantas espontâneas que é uma das práticas mais intensivas em lavouras cafeeiras além dos seus aspectos relacionados à qualidade ambiental e efeitos indiretos na produção das lavouras. A vegetação espontânea pode afetar o crescimento e a produtividade do cafeeiro (STAYER et al., 2001). No entanto, o manejo da vegetação espontânea nas lavouras cafeeiras não pode ser analisado somente a partir de observações do processo de competição por água e luz (FARIA et al., 1998), tendo em vista que o manejo adequado dessas plantas pode melhorar a qualidade do solo (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000), pois protegem, diminuem as enxurradas, promovem a reciclagem de nutrientes e a manutenção da matéria orgânica (SANTOS et al., 2002).

A adoção de práticas que contribuem para a proteção do solo poderá melhorar ou manter a qualidade física do solo e reduzir o encrostamento superficial e a ocorrência de processos erosivos. A vegetação espontânea manejada sob capinas manuais e por herbicidas de pós-emergência mostrou-se importante para a manutenção da matéria orgânica, densidade do solo e o volume total de poros, durante o período de 18 anos (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000), além disso, influenciam as condições de fertilidade do solo, principalmente, na camada superficial do solo (0–0,15m) de forma positiva ou negativa, dependendo do método adotado no controle dessas plantas (ALCÂNTARA; NÓBREGA; FERREIRA, 2009).

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito nos atributos físicos do solo (DORAN; PARKIN, 1994). Dentre os indicadores físicos de qualidade do solo, Karlen e Stott (1994), relacionaram a densidade do solo, porosidade e estrutura. Dentre os indicadores químicos de qualidade, que são responsáveis pela manutenção de toda a atividade biológica do solo e pela sua fertilidade, destacam-se a saturação por bases e a capacidade

de troca catiônica (CTC), sendo um bom indicador da sua atividade coloidal (PAPA, 2006). A matéria orgânica do solo é considerada um atributo de qualidade do solo (LARSON; PIERCE, 1994) e um atributo de qualidade ambiental (SMITH; PETERSEN; NEEDELMAN, 2000), porque está envolvida e relacionada com muitas das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

O uso e o manejo do solo podem alterar a sua densidade e, conseqüentemente, a porosidade total e a aeração (KLEIN; LIBORD, 2002). Assim, valores elevados de densidade implicam em valores baixos de porosidade e vice-versa. O aumento da densidade do solo pode diminuir o desenvolvimento do sistema radicular das plantas devido ao impedimento físico. A produção pode ser limitada por fatores físicos e químicos que impedem o desenvolvimento radicular e restringem a absorção de nutrientes (CAMARGO; ALLEONI, 1997). As propriedades físico-químicas do solo são alguns dos fatores que afetam o suprimento de nutrientes na relação solo-planta, tendo em vista que um solo desprotegido está sujeito à perda de fertilidade, decorrente do arraste de solo e nutrientes e à alteração de sua estrutura. Em estudos conduzidos com culturas anuais e perenes, com manejo de cobertura morta, foram constatadas melhorias da fertilidade do solo e de suas propriedades físicas, (CINTRA et al., 1983; PAVAN et al., 1986).

O aumento da densidade está diretamente relacionado com a compactação do solo (DIAS JÚNIOR et al., 1999), na qual, ocorre redução das trocas gasosas (GYSI, 2001), limitação no desenvolvimento do sistema radicular (BICKI; SIEMENS, 1991), redução na absorção de nutrientes (ARVIDSSON, 2001), resultando em decréscimo da produção (RADFORD et al., 2001). Contudo o conhecimento das relações existentes entre as propriedades físico-químicas do solo e a nutrição vegetal é de grande importância, pois refletem-se na produtividade. Objetivou-se, com este trabalho, verificar as contribuições da vegetação espontânea nas propriedades físico-químicas de um Latossolo e na nutrição do cafeeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas propriedades contíguas, Fazenda Gramado e Fazenda Caiana, no município de Machado, Sul de Minas Gerais,

localizado nas proximidades das coordenadas 21° 35' 47" S e 45° 57' 12" W, com produção de café do tipo arábica (*Coffea arabica* L.). Na Fazenda Gramado foram os seguintes tratamentos: lavoura cafeeira com vegetação espontânea (CCVE/3), com três anos de idade, lavoura cafeeira com vegetação espontânea, com vinte anos de idade (CCVE/20) e bananal (*Musa* sp) de vinte anos de idade (BCVE/20) e na Fazenda Caiana o estudo foi na lavoura cafeeira sem vegetação espontânea (CSVE/3), com três anos de idade. O clima local é o Cwa, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperaturas moderadas, com verão quente e chuvoso. A temperatura média anual é de 21,2° C, a média mensal máxima de 27° C, a média mensal mínima de 14,2° C e o índice pluviométrico médio anual é de 1.824 mm (MARQUES, 2003). Os locais apresentam altitude de 850 m, relevo suave ondulado e mesma face de terreno. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006), textura franco argiloarenosa (300 g kg⁻¹ de argila, 540 g kg⁻¹ de areia e 160 g kg⁻¹ de silte), para os manejos: CSVE/3, CCVE/3 e BCVE/20 e Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa (444 g kg⁻¹ de argila, 420 g kg⁻¹ de areia e 136 g kg⁻¹ de silte) para o manejo CCVE/20. O experimento foi analisado usando delineamento com restrição na casualização, isso é, em parcela subdividida com quatro repetições. A área de cada talhão analisada constituiu de aproximadamente 1 ha.

O cafeeiro sem vegetação espontânea na projeção da copa de três anos (CSVE/3) foi transplantado em dezembro de 2004, empregando-se a cultivar Mundo Novo, no espaçamento de 3,5 x 1,0 m, em um terreno anteriormente cultivado com milho e feijão em manejo convencional. No preparo do solo para o plantio do café foram realizadas as seguintes operações: uma aração, uma gradeação e abertura dos sulcos. Antes da implantação foi aplicado calcário dolomítico, na dose de 3t/ha em área total, fosfato natural na dose de 200 g/cova e superfosfato simples na dose de 150 g/cova. As adubações de cobertura foram parceladas em três vezes de 20 g de N e 15 g de K₂O por planta, após completar 20 dias de pós-plantio. No segundo ano pós-plantio em 2005, aplicaram-se 50 g de N e 50 g K₂O por planta. A partir do terceiro e quarto ano, as adubações foram

realizadas de acordo com a análise de solo e a produtividade foi a esperada segundo Guimarães et al. (1999). O controle das plantas espontâneas foi realizado com enxada na projeção da copa que manteve o solo descoberto e com roçadeira costal motorizada nas entrelinhas, com manutenção do solo coberto.

O café com vegetação espontânea de três anos (CCVE/3) foi transplantado também em dezembro de 2004, empregando-se a cultivar Mundo Novo, no espaçamento de 3,5 x 1,0 m. Foi realizada uma calagem antes da implantação da lavoura com calcário dolomítico, na dose de 2 t/ha. A adubação de plantio constituiu-se da aplicação de 200 g do produto comercial FH 460 (18% P₂O₅, 0,8% Zn, 0,8% Mn, 0,2% Cu e 0,2% B), por metro de sulco. As adubações de cobertura foram parceladas em três vezes de 20 g de N e 15 g de K₂O por planta, em 20 dias após o plantio. No segundo ano pós-plantio em 2005 aplicaram-se 50 g de N e 50 g K₂O por planta. Já no terceiro e quarto anos, 2006 e 2007, respectivamente, a adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e obteve-se a produtividade esperada segundo Guimarães et al. (1999). O controle das plantas espontâneas foi realizado com capina química (Glyphosate – 2 L/ha), duas vezes ao ano e mecânica quatro vezes ao ano com roçadeira costal motorizada, que manteve o solo coberto na projeção da copa e nas entrelinhas. O plantio da lavoura foi feito em substituição à lavoura antiga, e a erradicação foi feita via retroescavadeira para evitar revolvimento do solo e antes do plantio foi passado um sulcador para facilitar a abertura das covas feitas com enxada.

O bananal com vegetação espontânea de vinte anos (BCVE/20), localizado ao lado dos talhões de cafés já descritos, foi implantado em 1987, com espaçamento de 4,0 x 5,0 m. A cultura não é explorada desde 1997 e manteve-se a cobertura do solo com os resíduos vegetais da cultura. Esse foi utilizado como referência, um padrão para comparação assemelhando-se às condições naturais de uma mata nativa.

O café com vegetação espontânea de vinte anos (CCVE/20) foi transplantado em 1987, no espaçamento de 4,0 x 1,0 m, empregando-se a cultivar Mundo Novo. O solo foi mantido com a presença de vegetação espontânea na projeção da copa e nas entrelinhas, através do controle do mato feito com

capina química (Glyphosate – 2 L/ha) realizada duas vezes ao ano e mecânica de quatro a cinco vezes ao ano com roçadeira costal motorizada. Todos os tratos culturais nessas lavouras cafeeiras foram realizados manualmente e a calagem e as adubações foram realizadas de acordo com a análise de solo e a produtividade foi a esperada, segundo Guimarães et al. (1999), com o uso de formulações de NPK.

Foram coletadas as amostras indeformadas e deformadas de solo, em março de 2008, no sentido da diagonal de cada talhão para as análises físicas e químicas. As amostras indeformadas foram coletadas com o auxílio de um amostrador de Uhland e anéis de alumínio 6,35 cm de diâmetro por 2,54 cm de altura, nas profundidades de 0–3 cm e 15–18 cm, sendo essa última, a camada de máxima resistência mecânica (CMRM) determinada previamente com o uso de um penetrômetro portátil. As amostras de solo para as análises químicas foram retiradas nos mesmos pontos também para análises físicas com o auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0–20 cm, com a determinação do pH, dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de trocas catiônica, saturação por bases, matéria orgânica e saturação por alumínio, conforme a metodologia descrita por Vettori (1969). Foram também realizadas amostras de folha, nas plantas de café correspondentes às amostras de solo, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para a determinação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). A análise química do solo foi interpretada segundo Guimarães et al. (1999) e a análise de folha conforme Malavolta (1992).

As amostras de solo para as análises físicas e químicas foram retiradas na projeção da copa dos cafeeiros e no bananal nas entrelinhas. As amostras indeformadas foram coletadas em quatro talhões com diferentes manejos totalizando-se 32 amostras: [(2 profundidades x 3 manejos x 4 repetições) + (2 profundidades x 1 manejo (bananal) x 4 repetições)]. As amostras deformadas foram realizadas em quatro talhões com diferentes manejos totalizando-se 16 amostras: [(1 profundidade x 3 manejos x 4 repetições) + (1 profundidade x 1 manejo (bananal) x 4 repetições)].

A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro de Uhland (BLAKE; HARTGE, 1986a) e a densidade de partículas pelo método do

picnômetro (BLAKE; HARTGE, 1986b). Após a saturação das amostras indeformadas foram levadas para a unidade de sucção a 60 cm de coluna d'água para a obtenção do potencial matricial de 6 kPa. Em seguida as amostras indeformadas foram colocadas em estufa a 105–110 °C, durante 48 horas para a obtenção da massa de solo seco e posterior determinação da umidade gravimétrica (EMBRAPA, 1997). A porosidade total foi obtida pela seguinte expressão: $PT = [1 - (Ds/Dp)] \times 100$ (VOMOCIL, 1965). A microporosidade foi obtida pela determinação da umidade volumétrica de cada amostra correspondente ao potencial mátrico de 6 kPa (EMBRAPA, 1997) e a macroporosidade foi obtida pela diferença entre porosidade total e microporosidade. A análise estatística foi realizada através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), sendo os dados submetidos à análise de variância e a comparação das médias feitas pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos diferentes sistemas de manejo revelaram que a presença da vegetação espontânea melhorou as propriedades físico-químicas do solo e, conseqüentemente, a nutrição do cafeeiro com maiores concentrações de nutrientes em tecido foliar. Isso provavelmente deveu-se à proteção do solo contra erosão, mineralização dos resíduos vegetais e menor lixiviação de bases proporcionada pela proteção com vegetação espontânea.

3.1 Atributos químicos do solo

Os valores de pH, saturação por bases (V%), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}) nos solos com vegetação espontânea, foram em sua maioria mais elevados quando comparados ao manejo sem vegetação espontânea (TABELA 1). O aumento do pH nos manejos CCVE/3, CCVE/20 e BCVE/20 pode estar relacionado com a vegetação espontânea do solo, pois Pavan et al. (1997) observaram, em cafeeiro adensado, que o acúmulo de matéria orgânica no solo significa redução de perdas de ânions orgânicos e aumento do consumo de H^+ . Os teores de fósforo (P) foram altos para os manejos CCVE/3 e CCVE/20 (16,48 a 33,18 $mg\ dm^{-3}$), médio para o CSVE/3 (9,73 mg

dm⁻³) e baixo para o BCVE/20 (3,40 mg dm⁻³). O baixo valor de P no BCVE/20, provavelmente ocorreu em função desse não ter sido adicionado por meio da adubação. Os valores de potássio (K⁺) nos diferentes sistemas de manejo com cafeeiro foram altos (93,25 a 190,5 mg dm⁻³) com um valor acentuado para o CCVE/20, provavelmente devido à uma adubação orgânica com palha de café realizada nessa lavoura que apresenta teores em média 36,6 g kg⁻¹ (SEDIYAMA et al., 2000), e, no BCVE/20 apresentou baixo (29,00 mg dm⁻³). Os baixos valores de K⁺ no BCVE/20 estão relacionados com a grande absorção pela cultura (BRASIL et al., 2000) e também por não se realizar fertilização nessa área.

Os teores de cálcio e magnésio no BCVE/20 e no CCVE/3 apresentaram-se alto (Ca⁺² = 4,50 a 4,68 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 1,50 a 1,70 cmol_c dm⁻³), enquanto que, no CCVE/20 e CSVE/3 foram classificados como médio (Ca⁺² = 1,60 a 2,67 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,55 a 0,92 cmol_c dm⁻³), destacando-se com os menores valores o manejo CSVE/3. Os maiores teores de Ca⁺² e Mg⁺² nos solos com vegetação espontânea podem ser devido à capacidade de reciclagem que essas plantas possuem, pois essas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial pela decomposição dos seus resíduos (DUDA et al., 2003). A acidez potencial (H⁺+Al⁺³) foi classificada como média nos manejos CSVE/3 e BCVE/3 (3,64 a 4,91 cmol_c dm⁻³) e alto para os manejos CCVE/3 e CCVE/20 (5,65 a 6,75 cmol_c dm⁻³). Os teores de alumínio (Al⁺³) foram médios (0,55 a 0,85 cmol_c dm⁻³) para as lavouras cafeeiras e nulo para o bananal. Os valores de soma de bases (SB) foram médios para os manejos CSVE/3 e CCVE/20 (2,43 a 4,08 cmol_c dm⁻³) e altos para os manejos CCVE/3 e BCVE/20 (6,25 a 6,46 cmol_c dm⁻³). As maiores SB nos manejos CCVE/3 e BCVE/20, que apresentaram também uma alta CTC, estão relacionadas ao aumento dos teores de Ca⁺², Mg⁺² e K⁺, obtidos, provavelmente, pelos altos teores de matéria orgânica (3,26 a 3,29 g dm⁻³), menos erosão e lixiviação de bases. O valor da capacidade de troca de cátions (CTC) foi significativamente menor no manejo CSVE/3 e classificado como médio (7,33 cmol_c dm⁻³), enquanto que nos manejos CCVE/3,

CCVE/20 e BCVE/20, foram altos (10,08 a 11,86 cmol_c dm⁻³).

Os valores de saturação por bases (V%) foram significativamente maiores em sistemas de manejo com vegetação espontânea, quando comparado ao manejo sem vegetação, apresentando 33,05; 40,15; 52,45 e 63,85 %; para os manejos CSVE/3, CCVE/20, CCVE/3 e BCVE/20, respectivamente. Esses resultados corroboram com Correia & Durigan (2008), que observaram maiores valores de saturação por bases em solo com vegetação espontânea. O valor de V= 60% vem sendo considerado adequado para a cultura do cafeeiro (GUIMARÃES et al., 1999). Os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram-se médios para os manejos CSVE/3 e CCVE/20 (2,72 a 2,73 g dm⁻³) e altos para os manejos CCVE/3 e BCVE/20 (3,26 a 3,29 g dm⁻³). O teor de matéria orgânica do CCVE/20 que apresentou semelhante ao teor do cafeeiro CSVE/3 pode estar relacionado com maior arejamento do solo, composição da vegetação, quantidade de biomassa produzida no local, na qual, influencia na decomposição da matéria orgânica. Os valores da saturação por alumínio (m%) apresentaram-se médios (23,80 a 27,43 %) para os manejos CSVE/3 e CCVE/20; baixo (18,00 %) para o CCVE/3 e nulo para o BCVE/20.

3.2 Atributos químicos de folha

Embora os teores dos macronutrientes em tecido foliar apresentarem-se deficientes, com exceção do nitrogênio nos manejos com vegetação espontânea, observa-se que as concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²) e enxofre (S), nos manejos com vegetação espontânea, apresentaram-se significativamente maiores, em comparação com manejo sem vegetação espontânea, (TABELA 2), indicando que houve maior disponibilidade desses e maior absorção pelo cafeeiro e os valores de potássio (K⁺) não diferiram significativamente, (1,43 a 1,73 %).

Essas maiores concentrações de nutrientes em tecido foliar podem estar associadas à proteção do solo, favorecendo a menor ocorrência de perdas por erosão, redução da evaporação da umidade do solo, decomposição da matéria orgânica, aumento do crescimento radicular, melhores atributos físico-químicos, afetando positivamente a fertilidade do solo e, conseqüentemente, a nutrição do cafeeiro.

3.3 Atributos físicos do solo

O valor da densidade do solo e do volume total de poros apresentou-se maior e menor, respectivamente, de forma significativa, para o cafeeiro sob sistema de manejo sem vegetação espontânea sobre o solo, quando comparado com os sistemas de manejo do solo mantido com vegetação espontânea (TABELA 3). Resultados semelhantes foram obtidos em experimento de longa duração por (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000), em um solo manejado com herbicidas de pré-emergência, em que deixou-se a superfície do solo permanentemente desnuda. Estes resultados indicam que a exposição do solo ao impacto direto das gotas de chuvas podem favorecer a formação do selamento superficial e ocorrer a degradação física, expressa pelo aumento da densidade do solo e resistência mecânica à penetração, e redução da macroporosidade e da taxa de infiltração de água no solo (LANZANOVA et al., 2010).

Segundo Silva e Kato (1997), o selamento superficial caracteriza-se por uma elevada densidade do solo, pequena porosidade e baixa condutividade hidráulica, além de aumentos nos valores de resistência mecânica do solo medido pela capacidade de suporte de carga do solo (ARAÚJO JUNIOR et al., 2008). Além desses aspectos negativos, a ausência de vegetação espontânea no solo proporciona grande arraste de partículas o que alcança magnitudes de 232 a 612 vezes mais que

em solos sob diferentes sistemas de cultivo e manejo de plantas invasoras, em lavouras cafeeiras (CARVALHO et al., 2007).

A macroporosidade nos manejos BCVE/20 e CSVE/3 apresentaram valores significativamente menores em comparação aos sistemas de manejo CCVE/3 e CCVE/20 e a microporosidade não foi alterada entre os sistemas de manejo. Os maiores valores de macroporosidade podem ser justificados pela formação de bioporos após a decomposição das raízes das plantas espontâneas, conforme relatado por Williams e Weil (2004). A semelhança da macroporosidade entre os sistemas de manejo BCVE/20 e CSVE/3, podem ser justificadas pela formação da cobertura morta causada pelo acúmulo de resíduos vegetais do bananal, e com isso, a diminuição da intensidade de plantas espontâneas (OLIVEIRA; SOUZA, 2003), através do impedimento físico na germinação dessas plantas e, conseqüentemente, a diminuição de bioporos formados por suas raízes. Corroborando com os resultados obtidos por Loss et al. (2009), a densidade do solo na profundidade de 0–3 cm apresentou valor significativamente menor em comparação com a profundidade de 15–18 cm (CMRM), indicando melhor qualidade física decorrente, possivelmente, de maiores teores de matéria orgânica, enquanto que o volume total de poros e a micro e macroporosidade não diferiram entre as profundidades.

Tabela 1 – Análise química de solo da projeção da copa, na profundidade de 0–20 cm, em diferentes sistemas de manejo do solo cultivado com cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

Tratamentos	pH em água	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Ca ⁺² Mg ⁺² H ⁺ +Al ⁺³ Al ⁺³				SB	CTC	V %	MO g dm ⁻³	m %
				cmol _c dm ⁻³								
CSVE/3	4,64a	9,73b	98,25b	1,60c	0,55b	4,91a	0,70a	2,43c	7,33b	33,05d	2,72a	23,80a
CCVE/3	5,43a	16,48b	93,25b	4,50a	1,50a	5,65a	0,55a	6,25a	11,89a	52,70b	3,29a	18,00b
CCVE/20	5,42a	33,18a	190,50a	2,67b	0,92b	6,75a	0,85a	4,08b	10,85a	40,15c	2,73a	27,43a
BCVE/20	5,78a	3,40b	29,00c	4,68a	1,70a	3,64a	0,00b	6,46a	10,08a	63,85a	3,26a	0,00c
CV %	13,43	67,67	35,23	19,26	24,17	55,54	39,65	22,03	10,42	9,52	19,87	20,80

CTC à pH 7. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Teores de macronutrientes em folhas de café (*Coffea arabica* L.), em diferentes sistemas de manejo do solo.

Tratamentos	N	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	S
	%					
CSVE/3	2,54 b	0,10 b	1,43 a	0,52 b	0,15 b	0,13 b
CCVE/3	2,94 a	0,17 a	1,50 a	1,10 a	0,25 a	0,19 a
CCVE/20	3,05 a	0,18 a	1,73 a	1,18 a	0,32 a	0,20 a
CV %	2,43	10,06	10,43	11,3	22,53	5,43

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Densidade do solo (Ds), volume total de poros (VTP), macro (Ma) e microporosidade (Mi), na projeção da copa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), em duas profundidades.

Tratamentos	Ds (Mg m ⁻³)	VTP (m ³ m ⁻³)	Ma (m ³ m ⁻³)	Mi (m ³ m ⁻³)
CSVE/3	1,45 a	0,44 c	0,14 b	0,30 a
BCVE/20	1,28 b	0,49 b	0,17 b	0,32 a
CCVE/3	1,22 b	0,52 b	0,24 a	0,28 a
CCVE/20	1,14 c	0,55 a	0,24 a	0,31 a
CV (%)	6,22	6,27	30,36	12,35

Efeito das profundidades				
Profundidades	Ds (Mg m ⁻³)	VTP (m ³ m ⁻³)	Ma (m ³ m ⁻³)	Mi (m ³ m ⁻³)
0–3	1,23 b	0,51 a	0,21 a	0,30 a
15–18	1,31 a	0,48 a	0,18 a	0,30 a
CV (%)	7,15	7,59	28,15	7,15

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Os sistemas de manejo com vegetação espontânea contribuem para melhorar a qualidade química do solo com os valores de pH, saturação por bases (V%), capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB), cálcio (Ca⁺²) e magnésio (Mg⁺²) mais elevados.

A nutrição do cafeeiro apresenta-se melhor em sistema de manejo sob vegetação espontânea, em função das maiores concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²) e enxofre (S) em tecido foliar.

O sistema de manejo sem vegetação espontânea possui degradação nas propriedades físicas do solo, com maior valor de densidade do solo e menores valores de volume total de poros e de macroporosidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E. N. de; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 24, p. 711-721, 2000.
- ALCÂNTARA, E. N. de; NÓBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M. Métodos de controle de plantas daninhas no cafeeiro afetam os atributos químicos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 749-757, 2009.
- ARAÚJO JÚNIOR, C. F. de et al. Resistência à compactação de um Latossolo cultivado com cafeeiro, sob diferentes sistemas de manejos de plantas invasoras. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 32, p. 23-32, 2008.

- ARVIDSSON, J. Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvests in Southern Sweden I: soil physical properties and crop yield in six field experiments. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 60, p. 67-78, 2001.
- BICKI, T. J.; SIEMENS, J. C. Crop response to Wheel traffic soil compaction. **Transactions ASAE**, Saint Joseph, v. 34, p. 909-913, 1991.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2nd ed. Madison: American Society of agronomy, 1986a. v. 1, p. 363-375.
- _____. Particle density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analyses**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986b. v. 1, p. 377-382.
- BRASIL, E. C. et al. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2407-2414, 2000.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 132 p.
- CARVALHO, R. et al. Erosão hídrica em Latossolo Vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 1679-1687, 2007.
- CINTRA, F. L. D. et al. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de laranja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 173-179, 1983.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2011 primeira estimativa, janeiro/2011**. Brasília, 2011.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, p. 20-31, 2008.
- DIAS JÚNIOR, M. S. et al. Avaliação qualitativa da sustentabilidade estrutural dos solos em sistemas florestais na região de Aracruz-ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, p. 371-380, 1999.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 35, p. 3-21, 1994. Special publication.
- DUDA, G. P. et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 139-147, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- _____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FARIA, J. C. et al. Effects of weed control on physical and micropedological properties of Brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 22, p. 731-741, 1998.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CSFSEMG/UFV, 1999. p. 289-302.
- GYSI, M. Compaction of a Eutric Cambisol under heavy Wheel traffic Switzerland: field data and a critical state soil mechanics model approach. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 61, p. 133-142, 2001.
- KARLEN, D. L.; STOTT, D. E. A framework for evaluating physical, end chemical indicators of soil quality. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 35, p. 53-71, 1994. Special publication.
- KLEIN, V. A.; LIBORD, L. P. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 26, p. 857-867, 2002.
- Coffee Science, Lavras, v. 6, n. 3, p. 233-241, set./dez. 2011**

- LANZANOVA, M. E. et al. Atributos físicos de um argissolo em sistemas de culturas de longa duração sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 34, p. 1333-1342, 2010.
- LARSON, W. E.; PERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of SUS tainable management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 35, p. 37-52, 1994. Special publication.
- LOSS, A. et al. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 68-75, 2009.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solo e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MARQUES, H. S. **Uso de geotecnologias no estudo das relações entre solos, orientação de vertentes e o comportamento espectral de áreas cafeeiras em Machado, Minas Gerais**. 2003. 82 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 345-347, 2003.
- PAPA, R. A. **Avaliação da aptidão agrícola e determinação da qualidade de solos do Distrito Federal**. 2006. Monografia (Graduação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- PAVAN, M. A. et al. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira: I., influência na fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 187-192, 1986.
- _____. **O sistema de plantio adensado e melhoria da fertilidade do solo**. Piracicaba: Potafós, 1997. 7 p. (Informações agronômicas, 80).
- RADFORD, B. J. et al. Crop response to applied soil compaction and to compaction repair treatment. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 61, p. 155-170, 2001.
- SANTOS, I. C. et al. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 115-126, 2002.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- SEDIYAMA, M. A. N. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 185-189, 2000.
- SILVA, C. L.; KATO, E. Efeito de selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 213-220, 1997.
- SMITH, O. H.; PETERSEN, G. W.; NEEDELMAN, B. A. Environmental indicators of agroecosystems. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 69, p. 75-97, 2000.
- STAVER, C. et al. Designing pest-suppressive multistrata perennial crops systems: shade-grown coffee in Central America. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v. 53, p. 151-170, 2001.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico, 7).
- VOMOCIL, J. A. Porosity. In: BLAKE, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.
- WILLIAMS, S. M.; WEIL, R. R. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 68, p. 1403-1409, 2004.