



Arranjos de árvores e atributos físicos do solo em cafeeiro

Laura Fernanda Simões da Silva ^(1*); **Anastácia Fontanetti** ⁽²⁾; **Erivaldo Silva de Oliveira** ⁽³⁾; **Francisco J. da Silva Neto** ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras, SP, Brasil, CEP (*laurafsimoes@yahoo.com).

^(1,2,3,4) Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural / CCA / UFSCar Rodovia Anhanguera, km 174 – SP-330, Araras – SP, Brasil, CEP: 13600-970.

RESUMO: Na cafeicultura, o emprego de sistemas de produção que adotem boas práticas de manejo e conservação do solo tem sido exigência para acessar os mercados de cafés especiais e agregar valor ao produto final. Dentre os sistemas, tem se destacado a arborização dos cafeeiros. Porém, os efeitos da arborização variam com o desenho do sistema, ou seja, com o arranjo espacial entre as árvores e o cafeeiro. Objetivou-se avaliar o efeito de dois modelos de sistema de produção de café, sobre os atributos físicos de um Cambissolo Háptico. O experimento foi realizado em uma lavoura cafeeira sombreada com espécies nativas no município de Santo Antônio do Jardim, SP. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 3 com 6 repetições. Dois locais de amostragem do solo: linha de plantio das árvores (LPA) e entrelinha das árvores (EPA). Três profundidades de coletas do solo: 0- 0,10m, 0,10-0,20m e 0,20-0,40m. Amostras deformadas e indeformadas do solo foram coletadas, conforme os tratamentos, entre os meses de março e junho de 2017 para determinar os atributos físicos e o teor de matéria orgânica (MO). Determinou-se a granulometria, grau de flocculação (GF), densidade do solo (Ds) e diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP). O solo da LPA na profundidade (0-10 cm), apresenta redução de Ds, que contribui para maiores GF e DMP dos agregados. Conclui-se que a qualidade física do solo na LPA é melhor, quando comparada com a EPA.

Termos de indexação: estrutura do solo, variedade Obatã, qualidade física do solo

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção arborizados ou sombreados são formas de manejo em cultivo múltiplo, no qual espécies de cultivo anual ou perenes são utilizadas em associação com pelo menos uma espécie arbórea. Esses sistemas contribuem para melhoria dos atributos físico-hídricos do solo, tais como maior porosidade total, maior grau de flocculação, aumento da estabilidade dos agregados, maior capacidade de retenção de água e redução da densidade do solo, e outros benefícios (CARDUCCI

et al. 2014; KEWESA, TIKI e MOLLA 2015; KUFA 2013; TULLY e LAWRENCE 2012; THOMAZINI et al. 2015).

De acordo com Guimarães et al. (2014) o solo de cafeeiros arborizados apresenta maior agregação, refletindo em um grau de flocculação 24 % superior, menor resistência à penetração do solo e umidade do solo 80 % superior, em relação ao sistema a pleno sol. Porém, ressalta-se que os efeitos da arborização do cafezal na qualidade física do solo podem variar em função dos diferentes arranjos de plantas formados nesses sistemas (MACHADO et al. 2014; TANGA et al. 2014).

Neste sentido, a hipótese deste trabalho é que o cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas melhora a qualidade física do solo, refletindo em aumento de matéria orgânica e agregação do solo e na redução da densidade do solo em relação ao monocultivo a pleno sol. Diante disto, objetivou-se avaliar o efeito de dois modelos de sistema de produção de café, sobre os atributos físicos de um Cambissolo Háptico em cafezal sombreado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre os meses de Março e Junho de 2017 na Fazenda Retiro Santo Antônio (22°06'57"S e 46°40'48" W), localizada no município de Santo Antônio do Jardim, no estado de São Paulo.

O solo da área estudada é um Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico, e vem sendo manejada desde 2007 com cafeeiros da variedade Obatã, com espaçamento de 3,5m entre linha e 0,8m entre plantas (3.571 plantas ha⁻¹). Em 2009, espécies arbóreas foram introduzidas no sistema, com espaçamento de 16 m entre linha e 14 m entre planta (44 plantas ha⁻¹). As espécies em consórcio com os cafeeiros são: *Anadenanthera falcata* (Benth.) *Speg* (Angico do cerrado); *Albizia polycephala* (Benth.) *Killip ex Record* (Angico branco) e *Cassia grandis Linnaeus f.* (Cassia rosa).

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 3 com 6 repetições.



Dois locais de amostragem do solo: linha de plantio das árvores (LPA) e entrelinha das árvores (EPA) e, três profundidade de coletas (0-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm)

Amostras deformadas e indeformadas foram coletadas na LPA e na EPA em duplicata, em três profundidades (0-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm), totalizando 12 amostras por tratamento. Os atributos físicos do solo determinados foram: a matéria orgânica, densidade do solo, grau de floculação e distribuição dos agregados.

A determinação da matéria orgânica do solo foi efetuada de forma semi-qualitativa. Foram coletadas seis subamostras em cada uma das profundidades (0-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm) na LPA e EPA. Estas subamostras foram utilizadas para a composição de uma amostra composta representando cada tratamento e profundidade. A matéria orgânica (MO) foi calculada a partir da determinação do carbono orgânico (CO), conforme Cantarella et al. (2001).

As amostras de solo deformadas foram destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e determinação da granulometria, da argila dispersa em água e grau de floculação (GF) e dispersão (GD).

Para determinação da densidade do solo (Ds) foram retiradas amostras com estrutura indeformada, por meio de anel metálico do tipo Köppeck, com volume de 100 cm³, conforme Kiehl (1979). A Ds foi determinada pela razão entre a massa de sólidos e o volume do cilindro (GROSSMAN e REINSCH 2002).

Para a determinação da distribuição de agregados, a coleta de solo foi realizada sem destruição dos torrões, que foram acondicionados em sacos plásticos e, posteriormente, secados ao ar no laboratório. No preparo das amostras, os torrões foram desmanchados manualmente tomando-se cuidado para não destruir os agregados. Os agregados foram, posteriormente, passados em peneiras de 8 e 4 mm, e determinado o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), de acordo com a metodologia de Kemper e Rosenau (1986).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando delineamento inteiramente casualizado. Foi efetuada a análise exploratória dos dados por tratamento e por profundidade de solo, e verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Também foi realizada análise de variância pelo teste F, com comparação de médias pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de MO foram mais elevados sob LPA em todas as profundidades, variando de 19,8 a

24,8 g kg⁻¹ no SCA e de 19,39 a 22,1 g kg⁻¹ no EPA. Em geral, os maiores valores foram observados nos horizontes superficiais, em ambos os sistemas, reduzindo em profundidade. Resultados de pesquisa apontam que espécies arbóreas consorciadas com cafeeiros aportam restos vegetais sobre o solo e ajudam a ciclagem de nutrientes, contribuindo para o aumento da MO na camada superficial (TULLY e LAWRENCE 2012; THOMAZINI et al. 2015). Carmo et al. (2014) reforçam que a ciclagem dos nutrientes em cafeeiros conduzidos em sistema agroflorestal foi positiva e os atributos químicos do solo apresentaram-se mais favoráveis à cultura do café, em comparação ao sistema a pleno sol. Os autores constataram que o cafeeiro em sistema agroflorestal contribui para o aumento de níveis de MO devido à adição de materiais orgânicos derivados das árvores.

Analisando a densidade do solo (Ds) entre os tratamentos nas respectivas profundidades, observa-se que na profundidade 0-10 cm foram encontrados os menores valores, sendo 1,3 g cm⁻³ na LPA e 1,39 g cm⁻³ na EPA, os quais diferiram estatisticamente. Ambos os tratamentos apresentaram valores superiores e similares para as profundidades 10-20 e 20-40 cm, que não diferiram.

Machado et al. (2014) e Kufa (2013) verificaram que a maior diversidade de espécies no cafeeiro consorciado reduz a densidade do solo na camada superficial entre 05 e 20cm, porém, há um aumento na densidade do solo a medida em que vai aumentando as profundidades. Ou seja, a diversificação de plantas na consorciação do cafeeiro é mais eficiente para promover o aumento do espaço poroso do solo na camada superficial. De acordo com Kewesa et al., (2015) a menor Ds observada na camada superficial está associada, provavelmente, à maior concentração de raízes e de matéria orgânica. Nesse trabalho, os teores de MO foram maiores na profundidade de 0-10 cm (**Tabela 2**). Corroborando com o observado, nesta mesma área por Guimarães et al. (2016) que o fragmento de vegetação nativa e o cafeeiro em consórcio com as espécies arbóreas favoreceram a biomassa e a atividade microbiana do solo na profundidade 0-10 cm.

Os comportamentos da Ds com relação à profundidade do solo são diferentes para ambos os tratamentos. Na LPA, a Ds apresentou relação direta com a profundidade (**Figura 1**), sendo a camada superficial (0-10cm) aquela com menor Ds e diferindo-se estatisticamente das camadas mais profundas (10-20 e 20-40cm) que apresentaram maior Ds. Por outro lado, na EPA a camada superficial mostrou valores similares com a profundidade 20-40 cm, diferindo-se apenas da profundidade de 10-20 cm.

O teste de médias (**Tabela 2**) ressalta as diferenças estatísticas significativas para o atributo grau de floculação GF (%) entre os tratamentos apenas



na camada superficial (0-10cm). Na profundidade 0-10 cm, o LPA apresentou 49% de GF quando comparado EPA com valor inferior de GF (21%). Nota-se que os valores de GF na LPA em todas as profundidades foram sempre superiores em comparação com o EPA.

Guimarães et al. (2014) apontaram que o grau de floculação do solo em cafeeiros consorciados com árvores foi 24% superior em relação a cafeeiros solteiros. Resultados similares foram encontrados por Mendonça et al. (2010) onde o solo com cafeeiros arborizados apresentou maior grau de floculação do que o cafeeiro em pleno sol, com valores de 42 e 31% para cafeeiros consorciados e cafeeiros em pleno sol, respectivamente.

Quando se avalia o comportamento desse atributo (GF%) em profundidade dentro de cada tratamento, não ocorrem diferenças estatísticas (**Tabela 2**). No entanto fica evidente que em ambos, LPA e EPA ocorre redução do GF em profundidade de 0-10 para 10-20 cm, demonstrando o efeito da redução de matéria orgânica em profundidade associado aos teores de areia.

O DMP dos agregados apresentou diferença significativa entre os tratamentos apenas na camada superficial (0-10 cm). Nesta profundidade a LPA proporcionou maior diâmetro de agregados (5,11 mm) quando comparado com a EPA, reforçando o efeito da contribuição da MO nesse tratamento, além do efeito das raízes das árvores na área favorecendo a formação, manutenção e o tamanho dos agregados do solo (**Tabela 3**). Para este atributo não foram observadas diferenças estatísticas em profundidade dentro do mesmo sistema (**Tabela 3**). No entanto, observa-se redução do DMP em profundidade em ambos os sistemas, demonstrando o efeito da redução de matéria orgânica em profundidade associado aos teores de areia.

CONCLUSÕES

A linha de plantio de cafeeiros com as árvores apresentou melhor qualidade física do solo quando comparada com as entrelinhas de cafeeiros em ausência das árvores, indicando o aumento da MO, redução da Ds e, contribuindo para um maior GF e DMP dos agregados.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Jerffeson Adorno e família, proprietários da Fazenda Retiro Santo Antônio, por ter concedido a permissão de realizar meu trabalho na sua propriedade. E a CAPES pela Bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., RAIJ, B. V. Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.

(Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. Cap. 9, p. 173-180.

CARDUCCI, C. E. et al. Distribuição espacial das raízes de cafeeiro e dos poros de dois Latossolos sob manejo conservacionista. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 3, p. 270-278, 2014.

GUIMARÃES, N. F. et al. Fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. *Coffee Science*, v. 11, n. 4, p. 484 - 494, 2016.

GROSSMAN, R. B., REINSCH, T. G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J. H., TOPP, C. *Methods of soil analysis, physical methods*. Madison: Soil Science Society of America, v. 4, p.201-228, 2002.

KEMPER, W. D., ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1986. Part 1. p.425-442 (Agronomy, 9).

KEWESSA, G. et al. Effects of *Hypericum revolutum* (Vahl) tree on major soil nutrients and selected soil Physico-chemical properties in Goba District, Oromia, Ethiopia. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, v. 4, n.1, p. 006 - 013, Jan. 2015.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

KUFA, T. Characterizing major soil physical properties of coffee forest ecosystems in Ethiopia. *International Journal of Soil Science and Agronomy*. v. 1, n. 1, p. 001-009, 2013.

MACHADO, L. V. et al. Fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Coffee Science*, v. 9, n. 3, p. 289-299, 2014.

THOMAZINI, A. et al. SOC dynamics and soil quality index of agroforestry systems in the Atlantic rainforest of Brazil. *Geoderma Regional*, Amsterdam, v. 5, p. 15-24, 2015.

TANGA, A. A. et al. Effects of three tree species on microclimate and soil amelioration in the central rift valley of Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. v. 5, n.5, p. 62-71, 2014.

TULLY, K. L., LAWRENCE, D. Canopy and leaf composition drive patterns of nutrient release from pruning residues in a coffee agroforest. *Ecological Applications*, v. 22, n. 4, p. 1330-1344, 2012.

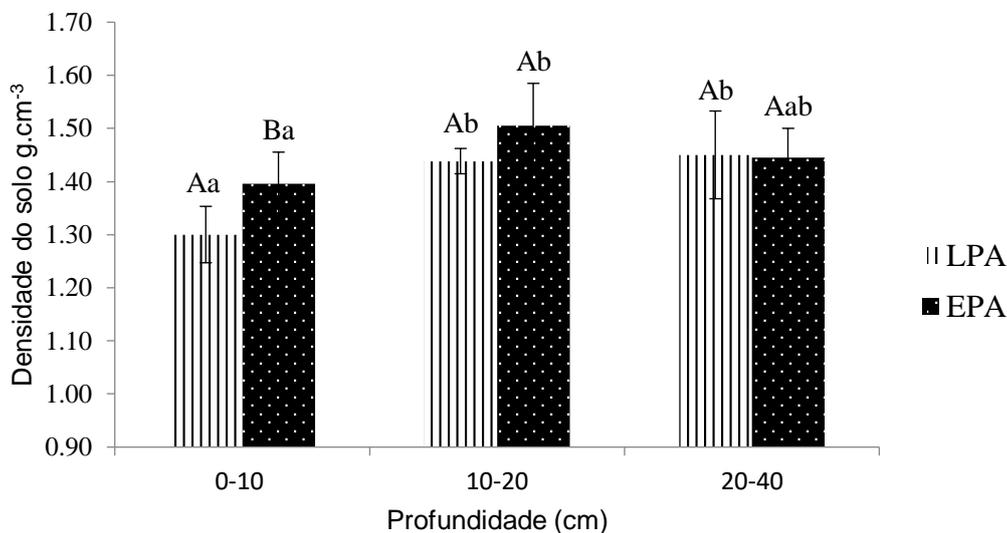


Figura 1 – Valores médios de densidade do solo (Ds), nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, sob (LPA)- linha de cafeeiros com a presença de árvores e (EPA) - linha de cafeeiros com ausência de árvores, em Santo Antônio do Jardim, SP.

Tabela 2 – Valores médios de grau de flocculação (GF) do solo na linha de cafeeiros com árvores (LPA) e na entrelinha de plantio com cafeeiros sem árvores (EPA), nas três profundidades.

Tratamentos	GF (%) ⁽¹⁾		
	Profundidades (cm)		
	0 – 10	10 – 20	20 – 40
LPA	49Aa	41Aa	40Aa
EPA	29Ba	26Aa	33Aa

(1) GF: Grau de flocculação; LPA: linha de cafeeiros com a presença de árvores; EPA: linha de cafeeiros com ausência de árvores. Médias seguidas da mesma letra maiúscula iguais na coluna não diferem entre si, quanto ao tratamento na mesma profundidade, letra minúscula iguais na linha não diferem entre si, em profundidade dentro do mesmo tratamento. Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 3 – Médias do diâmetro médio ponderado (DMP mm) em diferentes profundidades, em linhas de cafeeiros com árvores (LPA) e linha de cafeeiros sem árvores (EPA).

Tratamentos	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-40
LPA	5,11 Aa	4,89 Ab	4,77 Ab
EPA	4,88 Ba	4,86 Aa	4,77 Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula iguais não diferem entre si, quanto ao tratamento na mesma profundidade, letra minúscula iguais não diferem entre si, em profundidade dentro do mesmo tratamento. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.