

QUALIDADE FÍSICA DO SOLO SOB CAFEIEIRO CONILON CONSORCIADO E EM MONOCULTIVO

Gustavo Soares de Souza¹, Maurício Lima Dan², João Batista Silva Araújo³

(Recebido: 01 de julho de 2015 ; aceito: 24 de setembro de 2015)

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos do cafeeiro conilon a pleno sol e consorciado com espécies arbóreas, sobre a qualidade física do solo. O trabalho foi realizado com seis tratamentos: T1- café em monocultivo; T2, T3, T4 e T5- café consorciado com pupunha, gliricídia, banana e ingá, respectivamente; T6- vegetação nativa em regeneração natural. Amostras de solo foram coletadas na camada de 0-0,10 m para determinação dos atributos do solo. Valores similares de densidade do solo, porosidade total, matéria orgânica e estoque de carbono ocorreram no café em monocultivo e consorciados. T2 e T3 apresentaram uma maior capacidade de água disponível às plantas (142 e 135 L m⁻³), o que resultou maior umidade do solo. Menor porosidade de aeração ocorreu em T2 e T3. Os tratamentos apresentaram índice S não limitante (S>0,035), com a exceção de T4. As áreas apresentaram densidade crítica do solo de 1,32 Mg m⁻³. O aumento da matéria orgânica do solo resultou em aumento do índice S. Os manejos do cafezal com pupunha e gliricídia indicam melhorias na qualidade física do solo. A escolha da espécie usada no consórcio com café deve ser ajustada às características do local e às necessidades do agricultor.

Termos para indexação: Índice S, estoque de carbono no solo, estrato arbóreo, *Coffea canephora*.

SOIL PHYSICAL QUALITY ON CONILON COFFEE INTERCROPPING AND MONOCULTURE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of conilon coffee the unshaded and shaded with tree species on soil physical quality. Six treatments were studied: T1- coffee monoculture; T2, T3, T4 and T5- intercropping coffee with peach palm, gliricidia, banana and inga, respectively; T6- native vegetation in natural regeneration. Soil samples were collected at a depth of 0-0.10 m for determination of soil attributes. Similar values of soil bulk density, total porosity, organic matter and carbon stocks occurred in the coffee monoculture and intercropping managements. T2 and T3 showed a greater plant-available water capacity, with 142 and 135 L m⁻³, which resulted in higher soil moisture. Lower aeration porosity occurred in T2 and T3. The treatments presented non-limiting S index (S>0.035), with the exception of T4. The treatments presented critical bulk density of 1.32 Mg m⁻³. The increase in soil organic matter resulted in an increase of the S index. The managements of the conilon coffee plantation with peach palm and gliricidia presented improvements in soil physical quality. The choice of species used in intercropping with conilon coffee must be adjusted to the characteristics of the region and the farmer.

Index terms: S index, soil stock carbon, tree layer, *Coffea canephora*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café, com uma produção na safra de 2013 de 49,15 milhões de sacas de 60 kg, sendo 78% de arábica e 22% de conilon. A cadeia produtiva de café é responsável pela geração de mais de 8 milhões de empregos no País, proporcionando renda, acesso à saúde e à educação para os trabalhadores e suas famílias (BRASIL, 2014). O estado do Espírito Santo destaca-se na produção de café, sendo o segundo maior produtor nacional e o maior produtor de café conilon no País (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

O sistema de manejo de café conilon predominante nas regiões produtivas caracteriza-

se pelo monocultivo, com a condução das plantas a pleno sol. Contudo, esse sistema tem sido questionado pelos seus efeitos na qualidade do solo e na sustentabilidade da atividade cafeeira (GUIMARÃES et al., 2014; THOMAZINI et al., 2015). A lavoura de café, quando manejada de forma indevida, pode trazer consequências negativas ao solo, como compactação, perda de nutrientes via erosão e mineralização da matéria orgânica, gerando reflexos negativos na produtividade (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2011; FRANCO et al., 2002). A mineralização acelerada da matéria orgânica contribui para o aumento das emissões de carbono na atmosfera, com consequências no aumento do efeito estufa (THOMAZINI et al., 2015). Além disso, no cultivo de café conilon, há alta demanda hídrica e, muitas

¹Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/INCAPER - Fazenda Experimental Bananal do Norte/FEBN - Rodovia ES-483 - Pacotuba - Cachoeiro de Itapemirim-ES - 29.323-000 - gustavo.souza@incaper.es.gov.br

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/ INCAPER/FEBN - Rodovia ES-483 - Pacotuba - Cachoeiro de Itapemirim-ES - 29.323-000 - mauricio.dan@incaper.es.gov.br

³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/INCAPER - Fazenda Experimental Mendes da Fonseca/FEMF - Rodovia BR-262 - Aracê - Domingos Martins-ES - 29.268-000 - araujojs@incaper.es.gov.br

vezes, a necessidade de irrigação, o que nem sempre é viável nas regiões produtivas. Em regiões tropicais, a ocorrência de temperaturas elevadas e veranicos, com a distribuição desuniforme das chuvas, pode acelerar o depauperamento do solo e influenciar negativamente a produtividade e longevidade das lavouras (DAMATTA et al., 2007).

A implantação de lavouras de café em consórcio com espécies arbóreas, em ambientes parcialmente sombreados, é apontada como uma opção viável para minimizar o processo de depauperamento do solo, contribuindo para o maior aporte de carbono (CORRE; DECHERT; VELDKAMP, 2006; DAMATTA et al., 2007; TULLY; LAWRENCE, 2012). A arborização dos cafezais promove uma maior cobertura do solo, o que contribui para a conservação do solo e da água e pode minimizar o processo erosivo (DAMATTA et al., 2007; FRANCO et al., 2002; GUIMARÃES et al., 2014). As lavouras em consórcio são favorecidas pela atenuação das condições climáticas potencialmente estressantes (DAMATTA et al., 2007), o que pode reduzir a temperatura e aumentar a umidade do solo (CAMPANHA et al., 2007). Esses sistemas também melhoram a ciclagem de nutrientes e o uso da água no solo, com a absorção pelas plantas ocorrendo em camadas mais profundas (CORRE; DECHERT; VELDKAMP, 2006; TULLY; LAWRENCE, 2012).

Na implantação de sistemas de café conilon consorciados existem lacunas sobre a escolha da espécie mais adequada, o que depende do objetivo do consórcio. Variações no estrato arbóreo podem resultar em mudanças na qualidade do solo e assim modificar aspectos relacionados à conservação dos recursos naturais e à lucratividade do sistema (DAMATTA et al., 2007; PINARD; BOFFA; RWAKAGARA, 2014). A hipótese deste trabalho é que o cafeeiro conilon em consórcio com espécies arbóreas melhora a qualidade física do solo, resultando num maior aporte de matéria orgânica e na manutenção da umidade do solo em relação ao monocultivo a pleno sol. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos do cafeeiro conilon a pleno sol e consorciado com espécies arbóreas sobre a qualidade física do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Bananal do Norte (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão

Rural), localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES (20°45' S, 41°47' W e altitude de 146 m). O solo da área é um Neossolo Flúvico Tb Eutrófico. O relevo do terreno é suave ondulado. A cultivar de cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) estudada foi a “EMCAPER 8151”, denominada Robusta Tropical, material propagado por semente.

O trabalho foi realizado em cinco sistemas de manejo e quatro repetições. Os sistemas de manejo estudados foram: T1- café conilon em monocultivo a pleno sol (testemunha); T2- café conilon com pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth); T3- café conilon com gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth); T4- café conilon com banana cultivar Japira (*Musa* spp.) e T5- café conilon com ingá (*Inga edulis* Mart.). Um fragmento de vegetação nativa – floresta estacional semidecidual da Mata Atlântica – foi utilizado como referência nas avaliações (T6). A vegetação nativa foi formada por processo de regeneração natural por mais de 8 anos, após pastagem em sistema extensivo de manejo. O cafezal foi conduzido em sistema de manejo orgânico, no espaçamento 3,0 x 1,0 m. As espécies em consórcio foram instaladas nas linhas de plantio do café no espaçamento de 3,0 x 6,0 m. A área do trabalho estava em pousio por 6 anos, sendo anteriormente utilizada com plantio de milho, feijão e sorgo em rotação.

Os plantios do cafeeiro conilon e das espécies em consórcio foram realizados no mesmo período, em janeiro de 2013, em cova de 0,45 m de diâmetro por 0,40 m de profundidade, usando um motocoveador acionado na TDP de um trator 4x4, com 78 CV e massa de 4150 kg. Foi realizada irrigação suplementar das plantas, aplicando uma lâmina de 10 mm num intervalo de sete dias. Na adubação de plantio, foram utilizados por cova 0,3 kg de fosfato natural reativo, 0,2 kg de calcário e 10 L de esterco de galinha. Duas adubações de cobertura foram realizadas com 5 e 10 L cova⁻¹, sendo a primeira com esterco de galinha e a segunda com composto orgânico de capim elefante e esterco bovino curtido. O manejo das plantas invasoras foi realizado com roçadeira mecânica acionado na TDP de um microtrator 4x2, com 15 CV e massa 1140 kg, nas entrelinhas e capina manual nas linhas de plantio.

Amostras indeformadas de solo (n=24) foram coletadas em agosto de 2014 em cilindros volumétricos de 0,05 x 0,05 m na projeção da copa, distante 0,50 m da linha de plantio, na camada de 0,00-0,10 m para determinação da densidade do solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade (DONAGEMA et al., 2011).

A retenção de água no solo foi obtida em câmaras de pressão de Richards, utilizando as pressões de 6, 10, 33, 100, 500 e 1500 kPa com placas porosas. A capacidade de água disponível às plantas foi obtida pela diferença entre a capacidade de campo ($\psi=10$ kPa) e o ponto de murcha permanente ($\psi=1500$ kPa). A porosidade de aeração foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a capacidade de campo (REYNOLDS et al., 2008). Os dados obtidos de retenção de água no solo foram usados no ajuste da curva de retenção, utilizando o modelo proposto por van Genuchten (1980), e cálculo do índice S. O índice S é um indicador da qualidade física do solo para o uso agrícola, que considera o arranjo estrutural das partículas e seu efeito na retenção de água no solo (DEXTER, 2004; TORMENA et al., 2008).

Os teores de carbono orgânico do solo (COS, $n=24$) foram medidos após oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico e aquecimento (WALKLEY; BLACK, 1934). A matéria orgânica foi estimada a partir dos valores de carbono orgânico do solo (DONAGEMA et al., 2011). O estoque de carbono do solo (EC) foi obtido, considerando-se os teores de COS, a densidade e a camada do solo (MAIA et al., 2007). A umidade atual do solo foi medida pelo método gravimétrico (DONAGEMA et al., 2011), no período entre 21 de agosto e 25 de setembro de 2014, referente a quatro coletas realizadas na projeção da copa e no centro da entrelinha ($n=176$). A análise estatística foi realizada considerando um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (*pseudo-replicates*), conforme Maia et al. (2007), por meio da análise de variância pelo teste F ($p>0,05$) e, quando significativo, utilizou-se o teste de Tukey ($p>0,05$), na análise qualitativa para comparação dos valores médios.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo (D_s) não diferiu entre os manejos com cafeeiro conilon em monocultivo e consorciados (Tabela 1). A vegetação nativa apresentou o menor valor de D_s ($1,01 \text{ Mg m}^{-3}$), não diferindo dos manejos com pupunha, gliricídia e ingá. A maior porosidade total do solo (PT) foi observada na vegetação nativa ($0,62 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), não diferindo dos manejos consorciados com pupunha, gliricídia e ingá, enquanto a menor foi observada no café conilon em monocultivo a pleno sol ($0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e consorciado com banana ($0,51 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Neste estudo, a maior D_s e a menor PT nos manejos com café em relação à vegetação nativa

foram causados principalmente pelo tráfego de microtratores na entrelinha para roçada das plantas ruderais, corroborando com Araújo Júnior et al. (2011). Acredita-se que o tempo de instalação das parcelas na área em estudo ainda não foi suficiente para expressar o efeito dos manejos do cafezal na estrutura do solo. Assis e Lanças (2005), estudando sistemas de manejo de culturas anuais, observaram alterações nos atributos físicos do solo somente após 12 anos de manejo. O desenvolvimento radicular do estrato arbóreo pode melhorar a qualidade física do solo, com agregados mais estáveis e poros interconectados, o que pode favorecer a estrutura e a infiltração de água no solo e o desenvolvimento radicular das plantas (DAMATTA et al., 2007; LIMA et al., 2005; TULLY; LAWRENCE, 2012).

A vegetação nativa apresentou o maior teor de matéria orgânica (MO) ($2,93 \text{ dag kg}^{-1}$) e estoque de carbono no solo (EC) ($1,09 \text{ Mg ha}^{-1}$), o que está relacionado a maior deposição de biomassa na serapilheira. A atenuação dos raios solares pela copa das árvores e a melhoria do microclima diminui a taxa de mineralização da matéria orgânica, contribuindo para o seu acúmulo no solo (DAMATTA et al., 2007; SILVA; MENDONÇA, 2007). As espécies arbóreas, assim como as plantas do cafeeiro conilon, aportam restos vegetais sobre o solo, contribuindo para o aumento da MO na camada superficial e para a ciclagem de nutrientes no solo (CAMPANHA et al., 2007; DAMATTA et al., 2007; SILVA; MENDONÇA, 2007). Neste estudo, valores similares de MO e EC ocorreram no café conilon em monocultivo e nos plantios consorciados. Vale destacar que, nestes manejos, as plantas de café e o estrato arbóreo não atingiram seu desenvolvimento máximo. Assim, os manejos consorciados possuem um maior potencial de produção de biomassa, o que pode intensificar o aporte de MO no solo (THOMAZINI et al., 2015). Contudo, Campanha et al. (2007) observaram maiores teores de MO e EC em café em monocultivo, em relação ao manejo agroflorestal, devido a maior ciclagem e mineralização do carbono neste último.

Valores similares de microporos (M_i) foram observados nos manejos do cafeeiro conilon consorciados com pupunha e gliricídia, no monocultivo e na vegetação nativa, com redução nos manejos consorciados com banana e ingá, com $0,25$ e $0,29 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente. Os macroporos (M_a) apresentaram comportamento inverso a M_i , com maiores valores para o cafeeiro consorciado com banana e ingá e na vegetação nativa, com $0,25 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, nos três tratamentos.

TABELA 1 - Atributos do solo sob café conilon em monocultivo (T1), consorciado com pupunha (T2), gliricídia (T3), banana (T4) e ingá (T5) e em área com vegetação nativa (T6). Ds- densidade do solo; PT- porosidade total; Mi-microporosidade; Ma- macroporosidade; CC- capacidade de campo; PMP- ponto de murcha permanente; PA- porosidade de aeração; CAD- capacidade de água disponível; MO- matéria orgânica; EC- estoque de carbono; S- índice S.

	Manejo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV
Ds	Mg m ⁻³	1,33a	1,24ab	1,23ab	1,31a	1,21ab	1,01b	8,99
PT	m ³ m ⁻³	0,50b	0,53ab	0,54ab	0,51b	0,54ab	0,62a	7,69
Mi	m ³ m ⁻³	0,34ab	0,43a	0,43a	0,25b	0,29b	0,37ab	16,36
Ma	m ³ m ⁻³	0,16b	0,10b	0,11b	0,25a	0,25a	0,25a	15,30
CC	m ³ m ⁻³	0,30ab	0,41a	0,41a	0,25b	0,29ab	0,37ab	15,86
PMP	m ³ m ⁻³	0,19a	0,27a	0,27a	0,20a	0,24a	0,28a	20,38
PA	m ³ m ⁻³	0,19a	0,12b	0,13b	0,25a	0,25a	0,25a	13,50
CAD	L m ⁻³	115b	142a	135a	48d	56cd	83c	14,45
MO	dag kg ⁻¹	0,80b	1,07b	1,04b	0,91b	0,93b	2,93a	66,01
EC	Mg ha ⁻¹	0,38b	0,48b	0,47b	0,47b	0,44b	1,09a	12,54
S	-	0,041ab	0,039abc	0,040ab	0,029c	0,035bc	0,047a	19,27

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

O tipo de manejo e o desenvolvimento radicular podem influenciar de forma diferente na quantidade e distribuição dos poros no solo, como constatado por Lima et al. (2005) e Souza et al. (2015). A maior concentração de Ma em T4, T5 e T6 resulta numa maior infiltração de água no solo (CAMPANHA et al., 2007; FRANCO et al., 2002) e conseqüentemente contribui para reduzir o processo erosivo em áreas declivosas (FRANCO et al., 2002; REYNOLDS et al., 2008), regiões onde predominam os plantios do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo.

Os tratamentos não influenciaram na retenção de água no ponto de murcha permanente (PMP), o que não ocorreu para a capacidade de campo (CC), com menor valor no manejo de café com banana. Esses resultados concordam com Hillel (2003), que relataram efeito do manejo na CC, já que esta variável é dependente da capilaridade e da distribuição do tamanho dos poros (estrutura), enquanto o PMP é influenciado pela granulometria e superfície específica dos constituintes da matriz do solo. Assim, uma menor retenção de água em superfície permitirá o movimento descendente no perfil no solo, extrapolando a região explorada pelas raízes do cafezal. Entretanto, essa porção de água, teoricamente perdida pelo cafezal, pode ser ainda absorvida pelo estrato arbóreo, que apresenta

raízes mais profundas, aumentando a eficiência de uso da água na área, principalmente em condições de sequeiro (MAIA et al., 2006).

Os manejos do cafeeiro conilon com pupunha e gliricídia apresentaram uma maior capacidade de água disponível às plantas, sendo de 142 e 135 L m⁻³, respectivamente. Esses valores são considerados limitantes para o desenvolvimento de culturas agrícolas (100-150 L m⁻³), enquanto os demais tratamentos apresentaram valores muito limitantes (<100 L m⁻³), conforme Reynolds et al. (2008). Esses resultados concordam com a maior Mi do solo, ou seja, poros responsáveis pela retenção de água no solo (HILLEL, 2003). Em condições de sequeiro, o déficit hídrico das plantas é um problema grave e atual, devido a ocorrência de mudanças climáticas, como o prolongamento de períodos de estiagem. Assim, um solo com maior capacidade de retenção de água seria menos limitante às plantas do cafeeiro, com maior potencial produtivo.

Os menores valores de porosidade de aeração (PA) foram observados nos manejos de café com pupunha e gliricídia, com 0,12 e 0,13 m³ m⁻³, respectivamente. Contudo, esses valores estão dentro dos limites considerados adequados para cultivos agrícolas, sendo 0,12 a 0,22 m³ m⁻³ (REYNOLDS et al., 2008), permitindo as

trocas gasosas do solo com a atmosfera. Valores elevados da PA ($>0,22 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), como observado nos consórcios de café com banana e ingá e na vegetação nativa, tende a favorecer o esgotamento oxidativo da matéria orgânica e a perda de água por evaporação, como relatado por Reynolds et al. (2008).

A área de vegetação nativa apresentou maior índice S, seguida pelos valores nas áreas com cafeeiro em monocultivo e consorciados, com exceção do consórcio com banana. Isso indica melhoria da estrutura do solo na área com vegetação nativa em regeneração natural, mesmo após histórico de pastejo extensivo, causada pelo desenvolvimento radicular e produção de serapilheira. T1, T2, T3, T5 e T6 apresentaram valor de $S > 0,035$, considerado com condições físicas favoráveis para o desenvolvimento radicular, enquanto T4 apresentou valor entre $0,020 < S < 0,035$, considerado com condições limitantes ao desenvolvimento radicular (DEXTER, 2004; TORMENA et al., 2008). Nesse período de consolidação dos sistemas de manejo, podem ocorrer perturbações no solo que venham a prejudicar a qualidade do solo temporariamente (CAMPANHA et al., 2007). Algumas combinações de plantas em consórcio podem causar ainda o empobrecimento do solo (SCHWENDENER et al., 2005).

A Ds e a MO foram utilizadas para prever valores do índice S (Figura 1), utilizando uma função de pedotransferência. Observou-se uma redução significativa nos valores do índice S com o aumento da Ds (Figura 1A), consequência da alteração no tamanho e distribuição de poros, proporcionada pelos diferentes tipos de uso e

manejos do solo (DEXTER, 2004; TORMENA et al., 2008). Considerando o valor de $S = 0,035$, a Ds crítica é de $1,32 \text{ Mg m}^{-3}$. Dessa forma, $Ds < 1,32 \text{ Mg m}^{-3}$ indica qualidade física do solo favorável para o desenvolvimento radicular de culturas agrícolas, enquanto $Ds \geq 1,32 \text{ Mg m}^{-3}$ demonstra condições físicas limitantes às plantas, o que está de acordo com Dexter (2004) e Tormena et al. (2008). Já o aumento da MO resultou em aumento nos valores de S (Figura 1B), resultado do efeito benéfico na agregação e, conseqüentemente, no arranjo do espaço poroso do solo, conforme observado por Guimarães et al. (2014).

Os sistemas de manejo de café conilon consorciados com pupunha e gliricídia apresentaram maior umidade do solo na projeção da copa e no centro da entrelinha nas quatro épocas de amostragens, em relação aos demais tratamentos (Figura 2). A entrelinha do cafeeiro apresentou maior umidade do solo, em relação à projeção da copa (Figura 2A), independente do sistema de manejo, resultado da menor demanda hídrica das plantas ruderais e do manejo da lavoura adotado, com roçagem da entrelinha e capina da linha de plantio. O manejo das plantas daninhas na entrelinha favoreceu a conservação da umidade do solo, enquanto a capina da linha de plantio expôs o solo, o que resulta numa maior evaporação, associado ao maior consumo hídrico das plantas do cafeeiro, contribuindo para reduzir a umidade do solo (Figura 2B), concorda com Campanha et al. (2007).

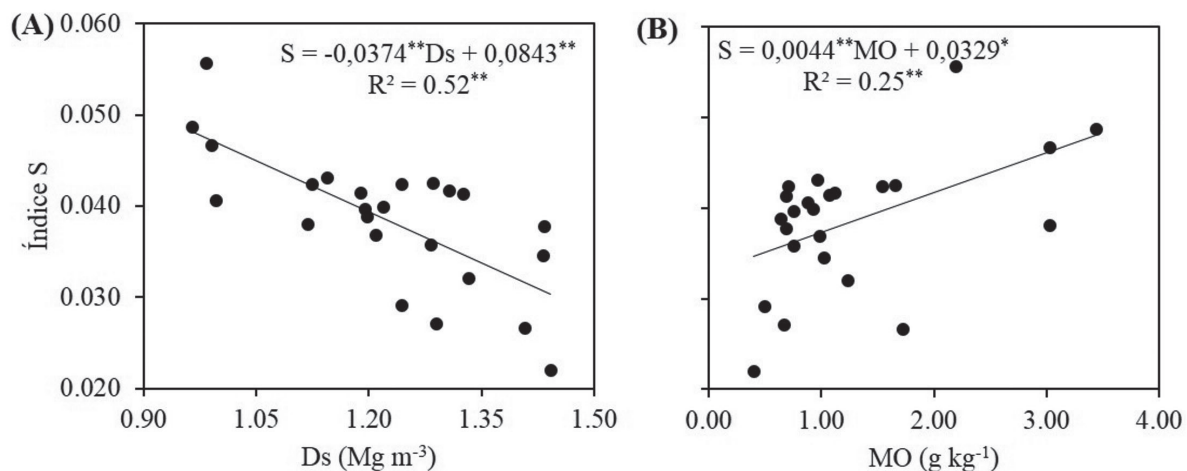


FIGURA 1 - Valores do índice S estimado em função da densidade do solo (Ds) e matéria orgânica (MO), nos manejos com cafeeiro conilon em monocultivo e consorciado com espécies arbóreas e na vegetação nativa. ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$).

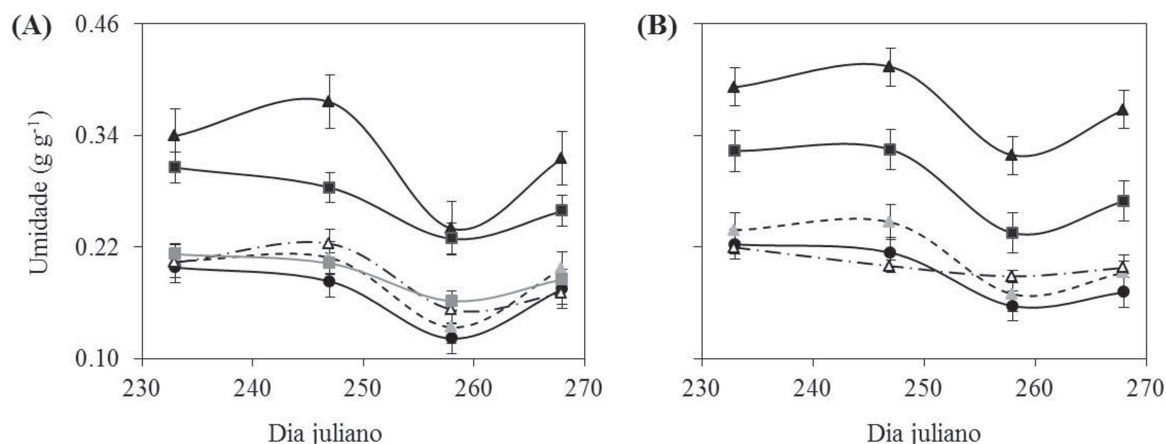


FIGURA 2 - Variação da umidade do solo na projeção de copa (A) e no centro da entrelinha (B), sob cafeeiro conilon em monocultivo a pleno sol e consorciado com pupunha, gliricídia, banana e ingá e na vegetação nativa. Barras na vertical indicam o erro padrão.

O aumento da umidade do solo nos manejos do cafezal em consórcio com pupunha e gliricídia indicaram melhoria na estrutura do solo, resultando no maior armazenamento de água no solo, o que concorda com os resultados anteriores (Tabela 1) e com Campanha et al. (2007). Outro benefício é a atenuação dos raios solares que incidem sobre a copa do estrato arbóreo (DAMATTA et al., 2007; TULLY; LAWRENCE, 2012), promovendo um microclima com menor evaporação de água do solo, resultando numa maior umidade do solo, em relação ao manejo em monocultivo a pleno sol, estando de acordo com Campanha et al. (2007) e Thomazini et al. (2015). Esses resultados são mais evidentes em dias com temperaturas elevadas após períodos de precipitação, conforme observado na amostragem, em 4 de setembro (dia juliano 247).

4 CONCLUSÕES

1. Os manejos do cafezal consorciados com pupunha e gliricídia apresentam melhorias na qualidade física do solo, com maior capacidade de retenção de água no solo, o que resultou em maior umidade do solo em relação aos demais tratamentos, contribuindo para a conservação do solo e água e para a sustentabilidade da cafeicultura do conilon.

2. As espécies utilizadas no consórcio com o cafeeiro conilon influenciam os atributos físicos do solo de forma distinta, sendo que sua escolha deve ser ajustada às características do local e aos objetivos do produtor.

3. O uso da função de pedotransferência indicou uma densidade do solo crítica de $1,32 \text{ Mg m}^{-3}$,

para as áreas em estudo e um efeito positivo da matéria orgânica na melhoria da qualidade estrutural do solo.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto de pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JÚNIOR, C. F. et al. Capacidade de suporte de carga e umidade crítica de um Latossolo induzida por diferentes manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 115-131, jan./fev. 2011.
- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 515-522, jul./ago. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Café no Brasil*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>>. Acesso em: 4 jun. 2014.
- CAMPANHA, M. M. et al. Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 805-812, set./out. 2007.

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Café: safra 2014: acompanhamento da safra brasileira.** Brasília, 2014. v. 1, 21 p.
- CORRE, M. D.; DECHERT, G.; VELDKAMP, E. Soil nitrogen cycling following montane forest conversion in Central Sulawesi, Indonesia. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 70, n. 2, p. 359-366, Mar. 2006.
- DAMATTA, F. M. et al. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon.** Vitória: Incaper, 2007. cap. 14, p. 375-390.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality: part I, theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3/4, p. 201-214, June 2004.
- DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011. 225 p.
- FRANCO, F. S. et al. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 751-760, nov./dez. 2002.
- GUIMARÃES, G. P. et al. Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 278-287, jan./fev. 2014.
- HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics.** Amsterdam: Elsevier, 2003. 494 p.
- LIMA, H. V. et al. Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 677-684, set./out. 2005.
- MAIA, S. M. F. et al. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 837-848, set./out. 2006.
- _____. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 71, n. 2, p. 127-138, Oct. 2007.
- PINARD, F.; BOFFA, J. M.; RWAKAGARA, E. Scattered shade trees improve low-input smallholder Arabica coffee productivity in the Northern Lake Kivu region of Rwanda. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 88, n. 4, p. 707-718, Aug. 2014.
- REYNOLDS, W. D. et al. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**, Amsterdam, v. 146, n. 3/4, p. 466-474, Aug. 2008.
- SCHWENDENER, C. M. et al. Nitrogen transfer between high- and low-quality leaves on a nutrient-poor Oxisol determined by ¹⁵N enrichment. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 787-794, Apr. 2005.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: SBCS, 2007, cap. 6, p. 275-374.
- SOUZA, G. S. et al. Controlled traffic and soil physical quality in a Brazilian Oxisol under sugarcane cultivation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 3, p. 270-277, maio/jun. 2015.
- 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, Aug. 2015.
- TORMENA, C. A. et al. Quantification of the soil physical quality of a tropical oxisol using the S index. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 1, p. 56-60, jan./fev. 2008.
- TULLY, K. L.; LAWRENCE, D. Canopy and leaf composition drive patterns of nutrient release from pruning residues in a coffee agroforest. **Ecological Applications**, Washington, v. 22, n. 4, p. 1330-1344, June 2012.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.