

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMAS CONSORCIADOS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON

Fábio Ribeiro Pires²; Kristhiano Chagas³; Alex Favaro Nascimento³; José Ricardo M. Pezzopane¹; Rodrigo Silva Araújo³; Joabe Martins de Souza³; Renan Dalmaschio Reisen³

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

² Professor Adjunto, D.Sc., CEUNES-UFES, São Mateus, ES, fabiopires@ceunes.ufes.br; ricardo.pezzopane@gmail.com;

³ Graduando do curso de Agronomia, CEUNES-UFES, São Mateus, ES

RESUMO: Medições da resistência à penetração do solo foram realizadas com objetivo de avaliar a qualidade estrutural do solo em dois cultivos de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre), arborizados com noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) e com coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) em relação com um cultivo a pleno sol, no município de São Mateus, ES. Foram avaliados três tratamentos: 1) cafeeiros na entrelinha da espécie arbórea; 2) cafeeiros na linha da cultura arbórea; e 3) cafeeiros mantidos em condição de ausência de sombreamento (testemunhas a pleno sol), sendo nesse caso utilizada área adjacente à parcela arborizada, com quatro repetições. Foi determinada resistência do solo à penetração utilizando o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar/Stolf. A resistência do solo à penetração aumenta com a profundidade do solo. O cafeeiro arborizado com macadâmia, tanto na linha quanto na entrelinha, resulta em menor RP que a pleno sol. Em área arborizada com coqueiro, o cafeeiro a pleno sol apresenta menor RP.

Palavras-chave: arborização, compactação do solo, *Coffea canephora*

RESISTANCE TO PENETRATION CONSORCIADAS SYSTEMS IN PRODUCTION OF COFFEE CONILON

ABSTRACT: Measurements of soil penetration resistance were performed to evaluate the structural quality of soil in two crops of coffee Conilon (*Coffea canephora* Pierre), wooded with walnut macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) and coconut (*Cocos nucifera* L.) in connection with a crop full sun, located in São Mateus, ES. We evaluated three treatments: 1) coffee in between the tree species, 2) line of coffee crop tree, and 3) coffee kept in condition of absence of shading (full sun witnesses), in which case use wooded area adjacent to plot with four replications. Was determined resistance to penetration using an impact penetrometer model IAA / Planalsucar / Stolf. The resistance to penetration increases with soil depth. The coffee trees with macadamia, both on line and in between, which results in lower RP unshaded. In area with coconut trees, the coffee in unshaded sets lower RP.

Key-words: shade, soil compactation, *Coffea canephora*

INTRODUÇÃO

Em sistemas arborizados e policultivos, em função da natureza heterogênea de seus componentes, onde diferentes organismos compartilham o mesmo espaço, o ambiente físico afeta e interage de modo complexo ao longo das fases de seu ciclo, com reflexos no crescimento, no manejo e nas interações entre seus componentes.

A desestruturação do solo, a compactação, o aumento da densidade, a redução da aeração e os baixos teores de carbono orgânico total (COT) são considerados os principais indicadores da degradação física dos solos agrícolas. Em geral os solos em sistema sob manejo agroflorestal apresentam os maiores teores de carbono orgânico, quando comparado com o solo sob manejo convencional (PEREZ et al., 2002). Pode-se ainda utilizar de outras variáveis para avaliar estes atributos, como por exemplo, a resistência do solo à penetração, como medida indireta do grau de compactação de um solo. O adequado aprofundamento e distribuição das raízes no solo são importantes não só para a absorção de água e nutrientes, mas também para a respiração e excreção de metabólitos pelas. O solo compactado apresenta redução no número de macroporos e elevação na sua densidade. Como resultado dessas alterações, as raízes sofrem modificações morfológicas e fisiológicas a fim de se adaptarem (MÜLLER et al., 2001). A formação de camadas compactadas superficial e subsuperficialmente, limitação comumente observada em solos intensivamente cultivados, tem sido a principal restrição ao aprofundamento radicular e considerada como causa primária da erosão (CASSEL, 1980; KEMPER & DERPSCHE, 1981; CINTRA & MIELNICZUK, 1983).

O aumento da densidade do solo pode diminuir o desenvolvimento radicular das plantas devido ao impedimento físico. Segundo ARSHAD et al. (1996), em solos com resistência à penetração maior que 2,0 MPa, o crescimento de raízes é limitado e, naqueles com valores abaixo de 1,0 MPa, a resistência pode ser assumida como pequena. Dessa forma, o monitoramento da qualidade do solo por meio de atributos físicos é de grande importância para manutenção e avaliação da sustentabilidade.

Segundo DA MATTA et al (2007), em cafezais arborizados a capacidade de infiltração da água é aumentada, concorrendo para reduzir a erosão. Em sistemas consorciados, é de se esperar que a maior diversidade de espécies e seus respectivos sistemas radiculares promovam menor compactação do solo que sistemas solteiros, a pleno sol. Objetivou-se, com este estudo, avaliar a qualidade estrutural por meio da resistência do solo à penetração de dois sistemas de cultivo de café consorciado café x coco e café x macadâmia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas medidas de RSP no mês de janeiro de 2009 em duas áreas comerciais representativas de produção de café Conilon arborizado: 1) café com macadâmia em São Mateus, ES. As plantas de café estavam no espaçamento de 2,5 m entre linha e 1,5 m entre plantas, sendo que a cada quatro linhas de café existia uma linha de macadâmia (12,5 m x 9,5m). Esta configuração apresentava uma população de aproximadamente 2200 plantas de café ha^{-1} e 120 árvores de macadâmia ha^{-1} . 2) No cultivo de café consorciado com coqueiro anão verde, no Km 41, rodovia São Mateus - Nova Venécia, ES, as plantas de café estavam no espaçamento de 2,0 m entre linha e 1,5 metros entre plantas, e as plantas de coqueiro anão verde estavam no espaçamento de 10 x 10 m, distribuídas no talhão de café (Figura 1). Esta configuração apresentava uma população de aproximadamente 3200 plantas de café ha^{-1} e 100 árvores de coqueiro anão verde ha^{-1} .

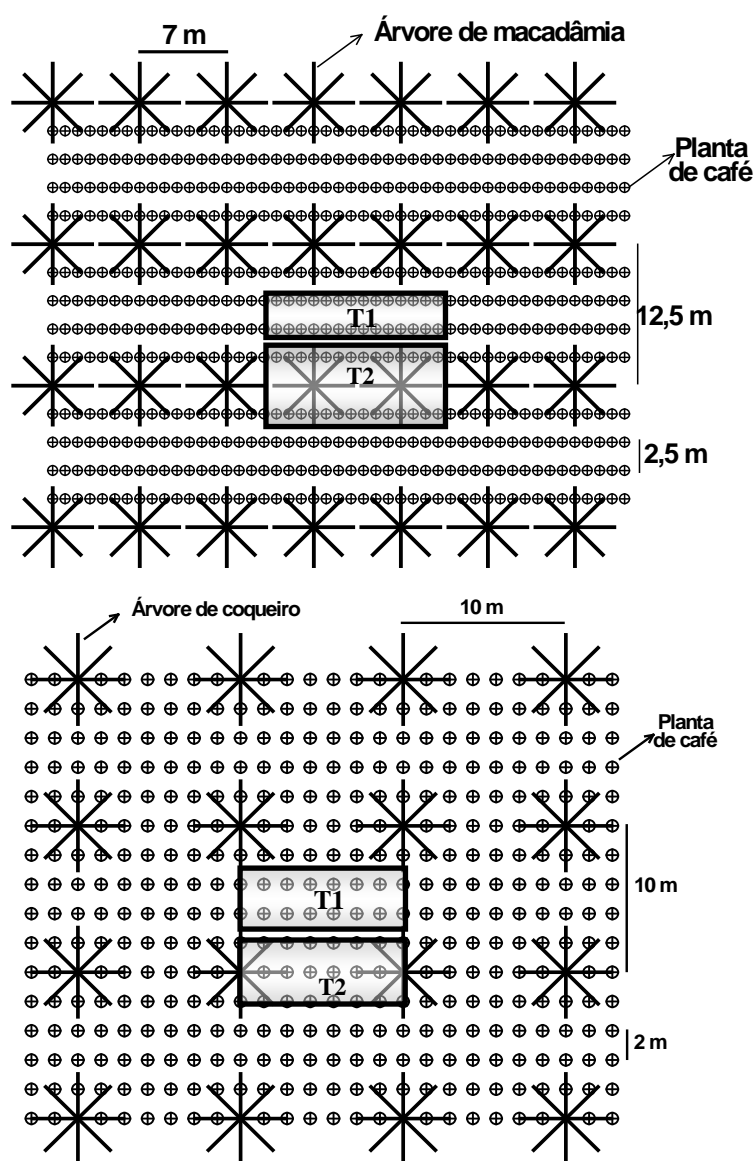


Figura 1. Esquema ilustrativo dos talhões de café consorciado com macadâmia e com coqueiro anão verde, localizados em São Mateus, ES.

Para as determinações de resistência do solo à penetração foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar/Stolf, conforme metodologia desenvolvida por STOLF et al. (1983) e efetuadas medições até a profundidade de 0,40 m. Devido à grande variabilidade destas avaliações, efetuaram-se seis amostragens em cada uma das repetições de cada tratamento e a média das seis compuseram cada uma das repetições. A resistência do solo à penetração foi calculada pela equação (1):

$$RP = \{5,6+(68,9/(P/N))\}/10,2 \quad (1)$$

Em que: RP = Resistência mecânica do solo à penetração (MPa); P = profundidade de penetração do penetrômetro (cm); N = número de impactos (golpes) por camada de solo analisada.

No momento da determinação da RP, foram, também, retiradas amostras de solo para determinação da umidade gravimétrica. Estas amostras foram armazenadas e transportadas em sacos plásticos, e a umidade determinada segundo metodologia descrita por EMBRAPA (1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A RP apresentou diferenças significativas quanto à interação entre profundidades de amostragem e sistemas de arborização, tanto para o cafeeiro consorciado com macadâmia quanto com coqueiro anão. Nas duas culturas arbóreas avaliadas, à medida em se que aprofundou no solo, houve aumento da RP, com diferenças significativas entre as três profundidades (Tabela 1). Até 10 cm não foi observado qualquer impedância à penetração e, por isso, os resultados são apresentados de 0 a 20 cm. Em ambas as áreas o solo é classificado como Argissolo Amarelo (Embrapa, 2005) cuja textura no horizonte A é média e argilosa no B. Esse aspecto morfológico, mais do que os sistemas de manejo, explicam os resultados obtidos com o aprofundamento do perfil. Além disso, os sistemas arborizados contribuem com aporte de resíduos vegetais que incrementam o teor de matéria orgânica nas camadas superficiais, notadamente de 0 a 5 cm, o que contribui para reduzir ainda mais os valores de RP. Mesmo a maior umidade de 0 a 20 cm (Tabela 2), na área arborizada com coqueiro, foi suficiente para reduzir a RP.

Tabela 1. Resistência do solo à penetração em três profundidades em áreas com sistemas de café arborizado com macadâmia e coqueiro anão. São Mateus, ES

RP (MPa)			
Arborização com Macadâmia			
Profundidade	Cafeeiro entre linhas da espécie arbórea	Cafeeiro na linha da cultura arbórea	Cafeeiro a pleno sol
0-20	1,08 B c	1,09 B c	1,37 A c
21-30	1,58 B b	1,41 B b	1,75 A b
31-40	2,18 A a	1,98 B a	2,02 AB a
Arborização com Coqueiro anão			
0-20	1,09 A c	1,09 A c	1,01 A c
21-30	1,36 A b	1,29 A b	1,13 B b
31-40	1,52 A a	1,42 B a	1,31 C a

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Dentro de cada profundidade, os sistemas de arborização foram distintos entre si (Tabela 1). Para cafeeiro com macadâmia, os maiores valores de RP, até 30 cm, foram observados para o café a pleno sol, cujo solo parece pior estruturado que aquele sob arborização. Isso pode indicar que a superfície do solo menos protegida a pleno sol pode favorecer o encrustamento superficial e também uma menor proteção à matéria orgânica, fatores que podem contribuir para o arrançamento cerrado das partículas do solo. GONÇALVES (2006) em seu trabalho afirma que compactação de camadas em subsuperfície é restritiva ao crescimento de raízes, ocasionando a concentração de raízes próxima à superfície. Todavia, abaixo de 30 cm, o cafeeiro entre as linhas da macadâmia resultou em maior RP, com valores que podem ser impeditivos ao sistema radicular, segundo ARSHAD et al. (1996). Esses valores foram mais elevados que os obtidos com cafeeiro na linha, contudo, não diferiram do cafeeiro a pleno sol.

A arborização com coqueiro anão, quando avaliada até 20 cm de profundidade, não diferiu entre os tratamentos (Tabela 1). Contrariamente ao esperado e discutido para macadâmia, nas duas profundidades seguintes, o cafeeiro a pleno sol com coco apresentou sempre a menor RP, seguido pelo cafeeiro na linha e depois pelo cafeeiro na entrelinha do coqueiro anão. Os menores de água nesse último tratamento talvez possam explicar sua maior RP (Tabela 3). Esse resultado também pode indicar que os sistemas conduzidos com coco não estão se refletindo na melhoria da qualidade física do solo. Não obstante, os valores obtidos com coqueiro foram inferiores àqueles obtidos com a macadâmia e estão abaixo do valor considerado crítico para o desenvolvimento radicular, mas, provavelmente, estão correlacionados aos maiores valores de umidade encontrados no momento da avaliação para a área com coqueiro anão (Tabelas 2 e 3)

Tabela 2. Umidade do solo em duas profundidades em áreas com sistemas de café arborizado com macadâmia e coqueiro anão. São Mateus, ES

Profundidade	Umidade do Solo (%)	
	Arborização com Macadâmia	Arborização com Coqueiro anão
0 – 20	10,54 a	12,14 b
20 – 40	9,51 a	13,41 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Umidade do solo em três sistemas de cultivo de café arborizado com macadâmia e coqueiro anão. São Mateus, ES

Tratamento	Umidade do Solo (%)	
	Arborização com Macadâmia	Arborização com Coqueiro anão
Cafeeiro entre linhas da espécie arbórea	10,77 a	11,70 b
Cafeeiro na linha da cultura arbórea	9,82 a	13,31 a
Cafeeiro a pleno sol	9,49 a	13,31 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

A resistência do solo à penetração aumenta com a profundidade do solo.

O cafeeiro arborizado com macadâmia, tanto na linha quanto na entrelinha, resulta em menor RP que a pleno sol. Em área arborizada com coqueiro, o cafeeiro a pleno sol apresenta menor RP.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. **Methods for as-sessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSAA Special Publication, 49)

DAMATTA, M.F.; RONCHI, P.C.; SALES, F.E.; ARAÚJO, S.B.J. O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais. In: FERRÃO, G.R. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, p 375 – 390, 2007.

EMBRAPA SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

STOLF, R.; FERNANDES, J. & FURLANI NETO, V. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. **Revista STAB**, Piracicaba, 1(3):18-23, 1983.

CASSEL, D.K. Effects of plowing depth and deep incorporation of lime and phosphorus upon physical and chemical properties of two Coastal Plain Soil after 15 years. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, n.1, p.89-95, 1980.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUKL, J. Potencial de algumas espécies vegetais para recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.197-201, 1983.

KEMPER, B.; DERPSCH, R. Soil compaction and root growth in Paraná. In: RUSSEL, R.S. (Ed.) **The soil/root system in relation to Brazilian agriculture**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p.81-101.

MÜLLER, M.M.L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C.A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.531-8, 2001.

GONÇALVES, G. W.; et al. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, vol.26 no.1 Jaboticabal Jan./Abr. 2006.