

## FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMA CONSORCIADO DE PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON COM MACADÂMIA

Kristhiano Chagas<sup>2</sup>; Fábio Ribeiro Pires<sup>3</sup>; José Ricardo Macedo Pezzopane<sup>3</sup>; Renan Dalmaschio Reisen<sup>2</sup>; Joabe Martins de Souza<sup>2</sup>; Wesley Ribeiro Ferrari<sup>2</sup>; Alex Favaro Nascimento<sup>2</sup>; Gisella Azevedo Taufner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

<sup>2</sup> Graduando do curso de Agronomia, CEUNES-UFES, São Mateus, ES, [kristhianoc@gmail.com](mailto:kristhianoc@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Adjunto, D.Sc., CEUNES-UFES, São Mateus, ES, [fabiopires@ceunes.ufes.br](mailto:fabiopires@ceunes.ufes.br); [ricardo.pezzopane@gmail.com](mailto:ricardo.pezzopane@gmail.com)

**Resumo:** Com o objetivo de realizar estudos sobre o "status" da fertilidade do solo de cafezais sob sombreamento no norte do Espírito Santo, foram realizadas avaliações em uma área de cultivo de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre) cultivados a pleno sol e arborizados com macadâmia (*Macadamia integrifolia* Meiden & Betche), situada no município de São Mateus, ES, com 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. Foram analisados os valores de pH e dos teores P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, e ainda CTC<sub>pH 7,0</sub> (T), SB, V, m e MO, nas profundidades de 0-5; 5-20; e 20 a 40 cm. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 95% de confiança. Na média, os maiores valores dos atributos observados foram encontrados no tratamento na linha da macadâmia, com resultados muito próximos aos obtidos quando o cafeeiro foi conduzido na entrelinha da espécie arbórea. O cafeeiro arborizado resulta em incremento dos atributos químicos do solo, refletindo em maior fertilidade do solo que a pleno sol.

**Palavras-chave:** arborização, atributos químicos do solo, *Coffea canephora*

## SOIL FERTILITY IN A COFFEE CROP GROWN SHADED BY MACADAMIA NUT TREE

**Abstract:** With the objective of accomplishing studies on the "status" of soil fertility under the shade coffee plantations in northern Espírito Santo, was evaluated in an area of cultivation of coffee Conilon (*Coffea canephora* Pierre) grown under unshaded and shaded with macadamia (*Macadamia integrifolia* & Betche Meiden), located in São Mateus, ES, with 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. We analyzed the pH values and levels of P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, and CTC<sub>pH 7,0</sub> (T), SB, V, m, MO, at depths of 0-5, 5-20, and 20-40 cm. The results were submitted to analysis of variance and averages compared by Tukey test at the 5% level of probability. On average, the highest values of the attributes were observed in the treatment of macadamia in line with results very close to those obtained when the coffee was conducted in between the tree species. The coffee trees results in increased chemical soil, reflecting higher soil fertility than to unshaded.

**Key-words:** shade, soil chemical characteristics, *Coffea canephora*

## INTRODUÇÃO

Apesar de o Espírito Santo ser o maior produtor brasileiro do café Conilon, com produção aproximada de dois milhões de sacas na safra de 2005-2006, o estado apresenta uma série de problemas que resultam em baixa produtividade média em suas lavouras de café. Dentre os problemas pode ser citada a ocorrência de lavouras decadentes, sem renovação de seu parque, alto custo de produção, relacionado principalmente à questão de mão-de-obra e insumos e baixo nível de adoção tecnológica por parte dos produtores. Esses fatores são agravados, em muitas safras, por condições climáticas extremas, como ocorrência de ventos fortes e secas prolongadas, associado a temperaturas elevadas. Esse quadro leva, em muitas situações, ao desestímulo a produção da cultura. A proposta de cultivos consorciados de produção de café, por sua vez, busca, por meio do sombreamento moderado, atenuar as ocorrências climáticas extremas e proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas. A inserção de um componente arbóreo ao cafezal poderá promover tanto alterações abióticas (relacionadas a fatores edáficos e microclimáticos) quanto às bióticas (relacionadas a aspectos fisiológicos, ocorrência de pragas e doenças e plantas daninhas).

As modificações relativas aos aspectos edáficos, são relatadas pela melhoria da fertilidade, além da estabilidade da temperatura do solo, ocorrendo menor perda por volatilização do nitrogênio (RICCI et al., 2006) e aumento da conservação do solo, com maior reciclagem de nutrientes e diminuição de processos erosivos (BEER, 1987; SCHALLER et al., 2003). Outros trabalhos verificaram similaridade entre os sistemas a pleno sol e sombreado (SALGADO et al., 2006), com necessidade de reposição nutricional para evitar o empobrecimento gradual do solo em cafeeiros consorciados (NEVES et al., 2007).

MUSCHLER (1997) e BEER et al. (1998) determinam três fatores que precisam ser levados em consideração na adoção da prática de arborização pelos agricultores: objetivo da produção, características climáticas da região e nível dos insumos disponíveis para o cultivo. Diante dessa abordagem pode-se dizer que quanto mais marginal for a região para a cafeicultura, como característica de área com baixas altitudes, solos pobres ou com baixa fertilidade, maiores benefícios serão obtidos com o uso da arborização (CAMARGO, 1990; MATIELLO et al., 2002).

O uso do café arborizado exibe certa complexidade, e por isso pode-se dizer que a abordagem da arborização de cafezais ultrapassa os limites das práticas de manejo, sendo considerada, atualmente, como um sistema de produção. Neste sentido, o estudo das interações microclimáticas entre os componentes de um agrossistema e o ambiente, além da análise de crescimento e dos fatores de produção, são critérios básicos para as definições da viabilidade de cultivos consorciados na cafeicultura.

Diante dessa análise, torna-se fundamental avaliar o estatus da fertilidade do solo em cafeeiros submetidos a sombreamento, particularmente para o café Conilon, buscando respostas que conduzam a indicação ou não do sistema como ferramenta na sustentabilidade da produção. O presente projeto teve como objetivo a avaliação da fertilidade do solo, avaliar o pH do solo e dos teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, CTC efetiva (T), soma de bases (SB), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m) e matéria orgânica (MO), em sistema de cultivo consorciado em comparação ao de café Conilon conduzido a pleno sol na Região de São Mateus, ES, visando fornecer subsídios científicos para a recomendação da consorciação de cafezais da cultivar Conilon.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitas amostragens e análises químicas do solo, em um cultivo de café Conilon arborizado com macadâmia, no município de 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 apresenta uma população de aproximadamente 2200 plantas de café ha<sup>-1</sup> e 120 árvores de macadâmia ha<sup>-1</sup>. O sistema encontra-se implantado desde 2000. É importante salientar que parte desse projeto se iniciou na safra de 2007/2008, principalmente no que diz respeito aos efeitos da associação do café com espécies arbóreas sobre o desenvolvimento dos cafeeiros.

Foram comparados 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 a parcela arborizada, com quatro repetições. Para efeito de amostragens, foi considerada a área central de cada parcela (400 m<sup>2</sup>), para cada tratamento, as linhas de café que compõem os dois tratamentos dentro do sistema consorciado, onde foram realizadas as amostragens.

As amostragens de fertilidade do solo nas parcelas foram realizadas com trado holandês, na projeção da copa de cafeeiros escolhidos ao acaso, nos dois lados da planta, nas profundidades de 0-5; 5-20; e 20 a 40 cm. Foram coletadas 8 subamostras por parcela, em cada tratamento, sendo depois homogeneizadas e retirada uma amostra composta de aproximadamente 0,5 kg de material de solo e analisada quanto aos valores de pH e dos teores P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, CTC a pH 7,0 (T), soma de bases (SB), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m) e matéria orgânica MO, de acordo com Embrapa (1999). As amostras foram coletadas em julho de 2008.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre profundidade do solo e tratamentos de arborização não foi significativa apenas K e Na. Para o pH observaram-se maiores valores na profundidade de 0 a 5 cm em todos os tratamentos, o que também foi observado para P, Ca, Mg, MO, CTC, SB, V, Cu, Zn e Mn (Tabela 1) e K (Tabela 2). Provavelmente, o maior acúmulo observado em superfície para esses atributos é resultado da distribuição superficial de corretivos e fertilizantes, sem incorporação ao solo.

Os teores de Al e seus correspondentes valores de m (%) só diferiram quando o cafeeiro foi cultivado a pleno sol e, nessa situação, foram significativamente maiores na profundidade de 20 a 40 cm, refletindo a baixa mobilidade dos corretivos em sistemas perenes para neutralizá-lo, correspondendo a uma possível maior dificuldade de aprofundamento radicular devido à impedância química, causada pela acidez trocável (Tabela 1). Já os teores de Fe, nos três tratamentos de consórcio foram maiores na profundidade de 20 a 40 cm, significativamente maiores que de 5 a 20 cm, e esses por sua vez, maiores que aqueles encontrados na camada de 0 a 5 cm. Tais resultados podem estar relacionados ao tipo de solo em questão, um Argissolo Amarelo, cuja transição abrupta entre os horizontes A e B se dá, em média, entre 15 e 25 cm, e abaixo da qual ocorre caracteristicamente a coloração amarela, proveniente dos elevadores teores de Goethita.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo em três profundidades de amostragem, em área com sistemas de café arborizado com macadâmia. São Mateus, ES

Profundidade	Tratamentos		
	Cafeeiro entre linhas da espécie arbórea	Cafeeiro na linha da cultura arbórea	Cafeeiro a pleno sol
<b>pH</b>			
0-5	6,27 A a	6,47 A a	6,41 A a
5-20	5,76 AB b	5,87 A b	5,30 B b
20-40	5,46 A b	5,51 A b	4,51 B c
<b>Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	13,70 A a	14,69 A a	12,48 B a
5-20	4,20 A b	2,59 B b	4,07 A b
20-40	1,93 A c	1,63 A b	2,13 A c
<b>Cálcio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	3,56 A a	3,55 A a	2,67 B a
5-20	1,69 AB b	1,80 A b	1,47 B b
20-40	1,41 A b	1,36 AB c	1,10 B c
<b>Magnésio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	2,03 A a	1,81 B a	1,38 C a
5-20	0,90 B b	1,16 A b	0,76 B b
20-40	0,76 A b	0,68 AB c	0,47 B c
<b>Alumínio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	0,01 A a	0,00 A a	0,00 A c
5-20	0,06 B a	0,03 B a	0,25 A b
20-40	0,1 B a	0,1 B a	0,64 A a
<b>Matéria Orgânica (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
0-5	30,07 A a	28,70 A a	22,38 B a
5-20	14,68 A b	16,04 A b	16,64 A b
20-40	10,82 A b	11,24 A c	13,25 A b
<b>Capacidade de Troca de Cátions (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	8,26 A a	7,36 B a	5,71 C a
5-20	5,32 A b	5,57 A b	5,22 A a
20-40	4,79 A b	4,89 A b	5,37 A a
<b>Soma de Bases (SB) (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	5,76 A a	5,53 A a	4,21 B a
5-20	2,70 AB b	3,05 A b	2,33 B b
20-40	2,29 A b	2,12 A c	1,64 B c
<b>Saturação por Bases (V) (%)</b>			
0-5	70,11 A a	75,12 A a	73,85 A a
5-20	50,12 AB b	54,78 A b	44,97 B b
20-40	48,00 A b	43,36 A c	30,63 B c
<b>m (%)</b>			
0-5	0,22 A a	0,00 A a	0,00 A c
5-20	2,91 B a	1,27 B a	9,64 A b
20-40	4,22 B a	4,57 B a	27,69 A a
<b>Ferro (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	46,40 A c	55,45 A c	48,05 A c
5-20	131,78 B b	156,00 A b	97,07 C b
20-40	154,25 B a	199,63 A a	123,64 C a
<b>Cobre (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	0,52 B a	0,70 A a	0,58 B a
5-20	0,44 B ab	0,49 AB b	0,55 A ab
20-40	0,37 B b	0,50 A b	0,47AB b
<b>Zinco (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	3,31 A a	3,03 A a	1,17 B a
5-20	0,88 A b	0,92 A b	0,37 A b
20-40	0,44 A b	0,35 A b	0,27 A b
<b>Manganês (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-5	16,49 A a	18,91 A a	10,01 B a
5-20	6,62 A b	8,36 A b	4,92 A b
20-40	3,13 A b	3,78 A c	3,49 A b

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

**Tabela 2.** Teor de potássio do solo em três profundidades de amostragem, em área com sistemas de café arborizado com macadâmia. São Mateus, ES.

Profundidades	Potássio (mgdm <sup>-3</sup> )
0-5	54,67 a
5-20	28,33 b
20-40	25,00 b

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

Quando se observa a comparação entre os tratamentos, nota-se grande variabilidade nos resultados entre os atributos e dentro de cada profundidade. pH, Ca, Mg, SB, V, tendem a apresentar maiores valores nos tratamentos sombreados, nas três profundidades, contrariamente ao que se observa com o Al e m (Tabela 1).

A MO foi significativamente menor a pleno sol, devido ao aporte de material orgânico proveniente das folhas da macadâmia (Tabela 1). Todavia, esse comportamento é observado apenas na camada superficial, já que nas duas outras profundidades, os tratamentos não diferem entre si, indicando que a influência da serrapilheira não atinge a subsuperfície. O mesmo comportamento foi observado para Zn e Mn e muito semelhante para o P (Tabela 1). Fe e Cu tendem a apresentar maiores teores no tratamento que dispõe os cafeeiros na mesma linha da macadâmia. A CTC diferiu apenas na camada de 0 a 5 cm, sendo o tratamento com cafeeiros na entrelinha da macadâmia, o tratamento com maiores valores, seguido do cafeeiros na linha e a pleno sol (Tabela 1). O sódio foi maior com o cafeeiro entre as linhas de macadâmia, seguido pelo cafeeiro na linha e a pleno sol (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teor de sódio do solo em três sistemas de café arborizado com macadâmia. São Mateus, ES

Tratamentos	Sódio (mgdm <sup>-3</sup> )
Cafeeiro entre linhas da espécie arbórea	7,83 a
Cafeeiro na linha da cultura arbórea	5,50 b
Cafeeiro a pleno sol	3,92 b

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

## CONCLUSÕES

Na média, os maiores valores dos atributos observados foram encontrados no tratamento na linha da macadâmia, com resultados muito próximos aos obtidos quando o cafeeiro foi conduzido na entrelinha da espécie arbórea.

O cafeeiro arborizado resulta em incremento dos atributos químicos do solo, refletindo em maior fertilidade do solo que a pleno solo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. **Agroforestry Systems**, v. 5, p. 3-13, 1987.

BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v. 38, p. 139-164, 1998.

CAMARGO, A. P. de. A arborização como meio de reduzir as adversidades climáticas e promover a sustentação da agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., Espírito Santo do Pinhal, 1990. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC, 1990. p.6-7.

CARAMORI, P.H.; MORAIS, H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; LEAL, A.C.; GORRETA, R.; CRUZ, R.F.R. Utilização de espécies intercalares ao cafezal para proteção contra geadas: Resultados e perspectivas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., Vitória, 2001. **Resumos Expandidos**. Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p. 242-246.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de Café no Brasil: Novo Manual de Recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE. 2002. 388p.

MUSCHLER, R. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. In: SEMANA CIENTIFICA DEL CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE), 3., Turrialba, 1997. Turrialba: CATIE, 1997. p. 109-112.

NEVES, Y.P.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, C.M.; CECON, P.R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistemas agroflorestais. **R. Árvore**, v. 31, p. 575-588, 2007.

RICCHI, M.S.R.; COSTA, J.R.; PINTO, A.N. & SANTOS, V.L.S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, p. 569-575, 2006.

SALGADO, B.G.; MACEDO, R.L.G.; ALVARENGA, M.I.N. & VENTURIN, N. Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras-MG. **R. Árvore**, v. 30, p. 343-349, 2006.

SCHALLER, M.; SCHROTH, G.; BEER, J.; JIMENEZ, F. species and site characteristics that permit the association of fast-growing trees with crops: the case of *Eucalyptus deglupta* as coffee shade in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 205-215, 2003.

VAAST, P., KANTEN, R.V., SILES, P., DZIB, B., FRANCK, N., HARMAN, J.M, GENARD, M. Shade: A key factor for coffee sustainability and quality. In: **ASIC Conference**, Bangalore, India, 2004. CDROOM