

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE CAFEEIROS POR ÁREA NO NOROESTE FLUMINENSE¹

Wander Eustáquio de Bastos Andrade²

(¹Trabalho financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ; ²Pesquisador da Pesagro-Rio)

INTRODUÇÃO

Trabalhos de pesquisa com cafeeiros realizados no Estado do Rio de Janeiro tiveram resultados favoráveis sob altas populações de plantas por área, sistema que se mostrou apropriado para as áreas montanhosas, com predominância de pequenas propriedades, que é o caso da cafeicultura fluminense (MATIELLO e SIQUEIRA, 1999; ANDRADE et al., 2009). Apesar desse sistema de produção de café ter mostrado resultados expressivos a campo, deve ser utilizado dentro de certas recomendações e condições específicas (MATIELLO et al., 1984).

Em revisão sobre o cultivo do cafeeiro em condição de elevada população por área, Vasconcelos et al. (2001) citam que nessa situação ocorrem transformações no ambiente de cultivo, como a radiação solar incidente, a temperatura do ar e do ambiente, bem como a umidade do ar, a taxa de evaporação e o vento. Portanto, para melhorar a estabilidade e a eficiência desse sistema, são necessários ajustes na densidade e no espaçamento, levando em consideração as condições locais, particularmente as que interferem no desenvolvimento da planta (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

Para Pavan e Chaves (1996), a exploração no sistema de plantio com altas populações por área permite maior capacidade de utilização dos recursos disponíveis de água e nutrientes, contribuindo para melhorar a capacidade produtiva do solo através do aumento no pH, Ca, Mg, K, P, carbono orgânico, estabilidade de agregados e retenção de água e diminuição de Al tóxico. Além das melhorias nas propriedades químicas e físicas do solo, a manutenção da umidade nas camadas superficiais e a grande quantidade e distribuição de raízes por volume de solo melhoram a eficiência na absorção de nutrientes nesse sistema (ANDROCIOLI FILHO, 1996).

Vários trabalhos são citados na literatura e relacionados à melhoria dos atributos de fertilidade do solo, seja no café arábica (CORRÊA et al., 1998; SEVERINO et al., 2001; SILVA et al., 2004) seja no conilon (GUARÇONI, 2011; BRAGANÇA et al., 2009).

Entretanto, são poucos os trabalhos desenvolvidos com cafeeiros nas condições de população elevada por área relacionando a variabilidade espacial dos atributos de fertilidade do solo quanto à profundidade de amostragem.

Conforme pesquisa já conduzida, a dinâmica dos nutrientes no solo varia de acordo com o sistema de plantio do cafeeiro – tradicional e com altas populações por área, refletindo variações na condução dos mesmos. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição em profundidade, no perfil do solo, dos atributos de fertilidade, comparando-se diversos arranjos populacionais para o cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em fevereiro de 2002, em um Latossolo Vermelho-Amarelo da Fazenda Candelária, na microbacia Córrego Lambari, município de Bom Jesus do Itabapoana, região Noroeste Fluminense.

O município de Bom Jesus do Itabapoana, localizado na porção setentrional do Estado do Rio de Janeiro, abrange área de, aproximadamente, 589 km², tendo como coordenadas geográficas na sede municipal 21° 08' 09" de latitude Sul e 41° 40' 48" de longitude Oeste. A microbacia Córrego Lambari está localizada nas áreas de maior altitude do município de Bom Jesus do Itabapoana (acima de 400m), com temperatura média em torno de 22°C, já na divisa com o município de Varre-Sai, onde predomina tradicionalmente a cafeicultura (SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, 2000).

Foi utilizada a cultivar Catuai Vermelho IAC 144, com uma planta por cova, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, procurando-se avaliar o efeito de espaçamentos entre linhas de plantio (1,0; 1,5; 2,0 e 2,5m) e espaçamentos entre plantas na linha (0,25; 0,50; 0,75 e 1,00m), na produtividade do cafeeiro. Na parcela, fixou-se o espaçamento entre linhas de plantio e, na subparcela, o espaçamento entre plantas na linha. As subparcelas foram constituídas por linhas de seis metros de comprimento, sendo que nessas, o número de plantas variou com o espaçamento entre plantas, na linha utilizada. Os quatro espaçamentos entre linhas de plantio e quatro espaçamentos entre plantas na linha, totalizaram 16 arranjos populacionais, variando de 4.000 plantas por hectare (2,50 m x 1,00 m) a 40.000 plantas por hectare (1,00 m x 0,25 m). As adubações foram baseadas em recomendações de Comissão..., 1999, com modificações, considerando-se a experiência técnica regional. Foram abertos os sulcos de acordo com os espaçamentos entre linhas estabelecidos e feitas as covetas de plantio, de acordo com os espaçamentos entre plantas. A adubação de plantio constou de três litros de esterco, 150 g de calcário e 200 g da formulação 04-14-08 por metro linear de sulco. Como adubação pós-plantio, a dose total de adubo aplicada em cobertura foi dividida em dois parcelamentos (março e maio). A partir do primeiro ano pós-plantio, as adubações foram feitas em uma única aplicação, distribuindo-se o adubo sob a copa das plantas e na parte de cima do terreno. A cada dois anos, foi feita a reaplicação de calcário.

Foram aplicados produtos via solo para controle de pragas e doenças, uma vez por ano, bem como duas pulverizações por ano, para controle de *Leucoptera coffeella* e *Hypothenemus hampei*, oportunidade em que também foi realizada a aplicação de micronutrientes via foliar.

Os cafeeiros foram mantidos limpos de plantas daninhas nas linhas e nas entrelinhas por meio de capinas manuais. Deve-se destacar que, nos plantios mais adensados, com o “fechamento” da lavoura, essa prática não foi mais necessária.

Os tratamentos com espaçamentos entre linhas de plantio de 1,0 e 1,5 m foram podados por recepa após a quarta safra, e os tratamentos com espaçamentos entre linhas de plantio de 2,0 e 2,5 m após a sexta safra (decote e esqueletamento no espaçamento entre linhas de 2,0 m e decote e desponte no espaçamento entre linhas de 2,5 m).

Para avaliação dos atributos químicos do solo, em cada tratamento foi coletada uma amostra de terra composta em três profundidades (0-5 cm, 0-20 cm e 20-40 cm), formada por amostras coletadas na projeção da copa das plantas, utilizando-se o trado holandês. A amostragem foi feita logo após a oitava safra do café (2011).

As amostras foram secas ao ar e encaminhadas para análise pela UFRRJ, Campus Leonel Miranda, em Campos dos Goytacazes. As amostras foram analisadas quimicamente para determinação do pH em água, acidez potencial, Al, matéria orgânica e os teores disponíveis de P (Mehlich 1), os teores trocáveis de K, Ca e Mg e os teores de Fe, Cu, Zn e B, seguindo-se protocolos analíticos descritos em EMBRAPA (1997). Com base nos dados da análise de fertilidade de rotina, foram calculados os índices de qualidade do solo: saturação por bases do solo (V), saturação por alumínio (m), CTC_{pH=7} e CTC_{efetiva}.

Os dados de solo foram submetidos à análise de variância individual utilizando-se o software de análise estatística Sisvar[®] (FERREIRA, 2000). As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste F e pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para análise da profundidade, o modelo adotado foi o de parcela subsubdividida, considerando-se o fator espaçamento entre linhas de plantio na parcela, a densidade entre plantas na linha na subparcela e a profundidade de amostragem na subsubparcela. Os dados de P não foram discutidos por inconsistência nos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram discutidos apenas em função do fator profundidade de amostragem.

Verificou-se efeito significativo para todos os fatores avaliados pelo teste de F a 1%, exceto MO com F a 5% e para o B, que foi não significativo.

Os valores médios obtidos para esses atributos foram submetidos à análise pelo teste de Tukey e interpretados quanto ao nível de fertilidade do solo. Os resultados encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Valores médios e interpretação para os atributos químicos de solo que tiveram efeito significativo para o fator profundidade de amostragem, obtidos no ensaio de Bom Jesus do Itabapoana, 2012.

Profundidades	Valores	Interpretação *
pH (água)		
0 a 5 cm	5,26 a	Acidez média
0 a 20 cm	5,04 b	Acidez elevada
20 a 40 cm	4,84 c	Acidez elevada
K (mg dm ⁻³)		
0 a 5 cm	127,13 a	Muito bom
0 a 20 cm	109,14 b	Bom
20 a 40 cm	86,14 c	Bom
Ca (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	3,49 a	Bom
0 a 20 cm	2,34 b	Médio
20 a 40 cm	1,58 c	Médio
Mg (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	1,21 a	Bom
0 a 20 cm	0,84 b	Médio
20 a 40 cm	0,60 c	Médio
Al (cmol _c dm)		
0 a 5 cm	0,84 a	Médio
0 a 20 cm	1,38 b	Alto
20 a 40 cm	1,75 c	Alto

(continua)

(continuação)

H + Al (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	11,00 a	Muito alta
0 a 20 cm	11,92 b	Muito alta
20 a 40 cm	12,11 b	Muito alta
MO (g dm ⁻³)		
0 a 5 cm	45,47 a	Bom
0 a 20 cm	44,69 ab	Bom
20 a 40 cm	43,67 b	Bom
SB (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	5,05 a	Bom
0 a 20 cm	3,47 b	Médio
20 a 40 cm	2,41 c	Médio
T (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	16,05 a	Muito bom
0 a 20 cm	15,39 b	Muito bom
20 a 40 cm	14,52 c	Bom
t (cmol _c dm ⁻³)		
0 a 5 cm	5,88 a	Bom
0 a 20 cm	4,84 b	Bom
20 a 40 cm	4,16 c	Médio
V (%)		
0 a 5 cm	31,05 a	Baixo
0 a 20 cm	22,22 b	Baixo
20 a 40 cm	16,25 c	Muito baixo
Fe (mg dm)		
0 a 5 cm	76,17 a	Alto
0 a 20 cm	92,30 b	Alto
20 a 40 cm	91,42 b	Alto
Cu (mg dm)		
0 a 5 cm	2,68 a	Alto
0 a 20 cm	1,64 b	Bom
20 a 40 cm	1,09 c	Médio
Zn (mg dm)		
0 a 5 cm	17,29 a	Alto
0 a 20 cm	10,19 b	Alto
20 a 40 cm	7,22 c	Alto

(continua)

(continuação)

Mn (mg dm)		
0 a 5 cm	7,17 a	Médio
0 a 20 cm	5,44 b	Baixo
20 a 40 cm	4,80 b	Baixo

* Interpretação dos resultados da análise de solo conforme CFSEMG, 5ª Aproximação, 1999. Médias seguidas pela mesma letra na coluna por atributo de fertilidade do solo não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observando-se o Quadro 1, verifica-se que houve diferença significativa entre os teores de nutrientes na camada superficial do solo (0 a 5 cm) e os teores das camadas mais profundas (0 a 20 e 20-40 cm). De maneira geral, foram obtidos maiores valores dos atributos de fertilidade na superfície, exceto para o Al, H + Al e o Fe, que tiveram maior teor nas camadas mais profundas. Essa maior concentração de nutrientes na camada superficial do solo também foi encontrada por Martinez et al. (2000 e 2004) ao analisarem a fertilidade do solo em vários municípios cafeeiros do Sul de Minas Gerais. Segundo esses autores, a maior concentração superficial pode limitar a absorção daqueles que se movem no solo via difusão (P e Zn, por exemplo). Além de secarem mais rapidamente, maior concentração superficial limita o processo de interceptação radicular. Entretanto, Rena e Guimarães (2000) citam que em altas densidades de plantio a exploração do solo pelas raízes é mais completa, permitindo o uso mais eficiente de água e nutrientes, mesmo nas camadas mais superiores do solo. Braccini et al. (2002) observaram maior aproveitamento de N, P e K pelo cafeeiro nas maiores densidades de plantio ao avaliarem o aproveitamento de nutrientes em resposta ao aumento na densidade. Entretanto, Motta et al. (2006) confirmaram restrição ao desenvolvimento radicular na faixa de adubação e na camada superior do solo, sendo a acidificação e efeitos correlatos um dos principais responsáveis.

Martinez et al. (2000) citam que para o P e o Zn os valores podem variar de três a oito vezes maiores na camada superficial do solo.

Não é de se esperar problemas em relação ao K, podendo-se até mesmo suprimir esse nutriente da adubação. Segundo Matiello et al. (2012), em solos que apresentem 100 mg dm^{-3} de K ou mais, pode-se dispensar a adubação potássica, considerando-se ainda seu equilíbrio com o Ca e o Mg.

Um aspecto importante, e representado no Quadro 1, refere-se ao pH. Observou-se que o valor de pH na camada superficial (0 a 5 cm) foi interpretado como de acidez média, e na camada de 0 a 20 cm, utilizada como critério de análise quanto à fertilidade do solo e para a recomendação da adubação e da calagem, o valor de pH foi interpretado como de acidez elevada. Pavan e Chaves (1996) citam que o valor de pH do solo pode elevar-se em até uma unidade, quando na comparação de café adensado em relação ao solo original. A recomendação da calagem, ao se levar em consideração apenas a camada de 0 a 20 cm, poderá acarretar supercalagem na camada mais superficial do solo, já que não há incorporação do calcário aplicado. Essa supercalagem trará problemas para os micronutrientes catiônicos, particularmente o Zn, Fe, Cu e Mn, além da precipitação do P (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999 e RAIJ et al., 1996).

CONCLUSÕES

A profundidade de amostragem caracterizou a estratificação dos teores de todos os atributos de solo analisados.

De modo geral, maiores teores dos atributos de fertilidade analisados foram obtidos nas camadas mais superficiais do solo, inclusive com alterações quanto à interpretação da fertilidade do solo.

O Al, H + Al e Fe, diferentemente dos demais, tiveram aumento no teor à medida que se aumentou a profundidade de amostragem.

Na recomendação da adubação e da calagem deve-se levar em consideração a análise mais superficial do solo (0 a 5 cm).

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V.; V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação. Lavras : CFSEMG, 1999. p. 43 – 60.

ANDRADE, W. E. B.; FERREIRA, J. M.; VIEIRA, H. D.; ENGELHARDT, M. A.; PINTO, J. F. Cultivo do cafeeiro arábica em condições adensadas. Manual Técnico, 11. Niterói/RJ : Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Niterói : Programa Rio Rural, 2009. 19 p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 11).

ANDROCIOLI FILHO, A. Café adensado: espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura. Londrina : IAPAR, 2002. 32 p. (IAPAR. Circular, 121).

ANDROCIOLI FILHO, A. Procedimentos para o adensamento de plantio e contribuição para o aumento da produtividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO. Londrina, 1994. Anais ... Londrina : IAPAR, 1996. p.251-275.

BRACCINI, M. do C. L.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; ZABINI, A. V. Produção de grãos, concentração e aproveitamento de nutrientes em resposta ao aumento na densidade de plantio do cafeeiro. Acta Scientiarum, Maringá, v.24, n.5, p. 1205-1211, 2002.

BRAGANÇA, S. M.; SILVA, E. B.; MARTINS, A. G.; SANTOS, L. P.; LANI, J. A.; VOLPI, P. S. Resposta do cafeeiro conilon à adubação de NPK em sistema de plantio adensado. Coffee Science, Lavras, v.4, n.1, 2009. p. 67-75.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação. Lavras : CFSEMG, 1999. 359 p.

CORRÊA, J. B.; MIGUEL, A. E.; VIANA, A. S.; TOLEDO, A. R.; FERREIRA, M. M. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, após 16 anos de cultivo com café plantado no sistema tradicional e adensado. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 22, n. 1, 1998. p. 65-71.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.

GUARÇONI, A. M. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. Semina : Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 3, p. 949-958. 2011.

MARTINEZ, H. E. P.; SOUSA, R. B. de; ALVAREZ V. V. H.; MENEZES, J. F. S.; OLIVEIRA, J. A. de; ALVARENGA, A. de P. Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Manhuaçu e Patrocínio. Belo Horizonte : EPAMIG, 2000. 36 f. (EPAMIG. Boletim Técnico, 59).

MARTINEZ, H. E. P.; SOUSA, R. B. de; ALVAREZ V. V. H.; MENEZES, J. F. S.; NEVES, Y. P.; OLIVEIRA, J. A. de; ALVARENGA, A. de P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé. 2.ed., ver. E aum. Belo Horizonte : EPAMIG, 2004. 60 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 72).

MATIELLO, J. B.; LAMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. Podem tirar os nutrientes que a pesquisa cafeeira garante. PROCAFÉ *on line*. Varginha, 2012. 2p. (Clube de Tecnologia Cafeeira. Folha Técnica 133).

MATIELLO, J. B.; SIQUEIRA, H. V. de A. Café no Estado do Rio de Janeiro: recomendações técnicas para o plantio e tratos da lavoura cafeeira. Rio de Janeiro : FAERJ/SEBRAE-RJ, 1999. 51 p. (Programa de Modernização da Cadeia Agroindustrial do Café).

MATIELLO, J. B.; MIGUEL, A. E.; ALMEIDA, S. R. de; VIANA, A. S.; CAMARGO, A. P. de. Cultivo de café no sistema de plantio adensado. Rio de Janeiro: MIC/IBC. 9p. 1984.

MOTTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar catuaí. Acta Scientiarum, Maringá, v. 28, n. 4, p. 455-463, Oct/Dec., 2006.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D. Influência da densidade de plantio de cafeeiros sobre a fertilidade do solo. In: CARUMORI, P. H.; ANDROCIOILLI FILHO, A.; LIBERAL, E. G.; CHAVES, J. C. D.; CARNEIRO, R. G. (Coords). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO. Londrina, 1994. Anais ... Londrina : IAPAR, 1996. p.87-105.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividades e fatores que o influenciam. Belo Horizonte : EPAMIG, 2000. 80 p. (EPAMIG. Série Documentos, 37).

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, PESCA E DESENVOLVIMENTO DO INTERIOR – SEAAPI (RJ). Superintendência de Microbacias Hidrográficas. Rio Rural: Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas. Niterói, 2000. 35p.

SEVERINO, L. S.; MENDONÇA, E. de SÁ; NEVES, Y. P.; BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M. Formas de nitrogênio e propriedades do solo em cultivo adensado de café. Ceres, v. 48, n. 275, 2001. p. 71-80.

SILVA, C. A.; MELO, L. C. A.; RANGEL, O. J. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Produtividade do cafeeiro e atributos de fertilidade de latossolo sob influência de adensamento da lavoura e manejo da calagem. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1066-1076, set.out., 2004.

VASCONCELOS, R. C. de; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; GUIMARÃES, R. J. Cultivo do cafeeiro em condições de adensamento. Lavras : UFLA/PROEX, 2001. 43 p. (Boletim de Extensão).