

ADOÇÃO DA CAFEICULTURA DE PRECISÃO PARA ANÁLISE DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

LUIZ DE GONZAGA FERREIRA JÚNIOR¹; FAGNER G. DA CONCEIÇÃO²; VANESSA C. FIGUEIREDO²; CARLOS M. PAGLIS³; GABRIEL A. E SILVA FERRAZ⁴

¹Engo. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, (35) 99432449, luizdgfj@gmail.com

²Engo. Agrônomo, Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, desenho.fg@gmail.com

³Enga. Agrônoma, Doutoranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, vcfigueiredo.agro@gmail.com

³Engo. Agrônomo, Prof. Associado do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG, paglismau@dag.ufla.br

⁴Engo. Agrícola, Prof. Adjunto do Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, RJ, Seropédica - RJ, gabrielferraz@ufrj.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A utilização da agricultura de precisão na lavoura cafeeira, recentemente denominada de cafeicultura de precisão, tem demonstrado melhor gerenciamento em atividades como a aplicação de insumos por exemplo. Assim, objetivou-se com este estudo analisar a distribuição espacial de atributos químicos do solo em ambiente cafeeiro. O experimento foi desenvolvido no sítio Sapé, município de Nepomuceno/MG, na safra 2012/2013 em área de 2,53 ha de lavoura da cultivar Acaiaí IAC 474/19, plantada no espaçamento de 2,5 x 1,0 m. Nesta área foi demarcada uma malha de aproximadamente 9 pontos/ha, totalizando 22 pontos amostrais georreferenciados para a obtenção da amostra composta. Os atributos analisados foram; pH, P, K, Ca, Mg, Al, SB e MO. Para isso, utilizou-se o modelo de semivariograma esférico, sendo em seguida realizada a interpolação pelo método da krigagem ordinária em caso de dependência espacial. Os resultados obtidos revelam a variabilidade espacial da lavoura para os atributos Ca, Mg, SB e MO, sendo que a dependência espacial dos mesmos pode influenciar no processo de amostragem bem como no manejo adequado de insumos. Os demais atributos não apresentaram dependência espacial, o que pode ser consequência do tratamento rigoroso do solo feito pelo produtor anualmente.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, Agricultura de Precisão, Atributos Químicos do Solo.

ADOPTION OF COFFEE FOR PRECISION ANALYSIS OF SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES

ABSTRACT: The use of precision agriculture in the coffee plantation, recently called caffeine precision, has demonstrated better management in activities such as the application of inputs for example. Therefore, the objective of this study was to analyze the spatial distribution of soil chemical properties in the coffee room. The experiment was conducted at the site Sape, Nepomuceno / MG, in the 2012/2013 harvest in the area of 2.53 ha of tillage Acaiaí IAC 474/19, planted at a spacing of 2.5 x 1.0 m. This area was demarcated a mesh of approximately 9 points / ha, totaling 22 sampling points geocoded to obtain the composite sample. The attributes analyzed were: pH, P, K, Ca, Mg, Al, SB and MO. For this, we used the model of spherical semivariogram, and then made the interpolation by ordinary kriging method in the case of spatial dependence. The results show the spatial variability of

crop for Ca, Mg, SB and MO attributes, and the spatial dependence of these can influence the sampling procedure as well as the proper management of inputs. The remaining attributes no spatial dependence, which can be a result of the rigorous treatment of the soil made by the producer annually.

KEYWORDS: Coffea arabica, Precision Agriculture, Soil Chemical Attributes.

INTRODUÇÃO: O café é um dos principais produtos agrícolas, também considerado uma das culturas mais importantes para a economia do país. O arábica representa 75,1% da produção total (arábica e conilon) de café do país (Conab, 2014). Devido a esta importância a agricultura de precisão surge como um conjunto de técnicas e tecnologias que são capazes de auxiliar o produtor rural a identificar as estratégias de manejo a serem adotadas, para aumentar a eficiência no gerenciamento do processo de produção, podendo maximizar a rentabilidade das colheitas e reduzir os custos de aplicação de insumos, tornando as atividades mais competitivas (Silva et al., 2008). O emprego dessa técnica, na produção de café, pode ser definido como cafeicultura de precisão. Inúmeros são os fatores, ou de origem natural ou antrópica que geram a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, com isto o entendimento da variabilidade por meio da Geoestatística possibilita a identificação de possíveis áreas-problema, gerando manejos diferenciados, visando preservar a sustentabilidade dos solos e produções economicamente viáveis (Cambardella et al., 1994). A aplicação de sistemas de manejo específico na agricultura exige informações precisas sobre a variação espacial das propriedades do solo e das culturas e, com a informação da posição geográfica de cada ponto aliada ao resultado da análise de solo, pode-se conhecer a distribuição espacial dos atributos da fertilidade do solo gerando mapas temáticos que podem servir de auxílio a futuras correções do solo a taxas variáveis (Corá & Beraldo, 2006). Assim, objetivou-se com este estudo analisar a distribuição espacial de atributos químicos do solo em ambiente cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no sítio Sapé, município de Nepomuceno/MG, na safra 2012/2013 em área de 2,53 ha de lavoura da cultivar Acaia IAC 474/19, plantada no espaçamento de 2,5 x 1,0 m. A área recebe adubação conforme as necessidades da cultura implantada no momento e calagem periodicamente, ambas baseadas na média do resultado de análise de solo. Para a coleta das amostras foi estabelecido, de início, a grade amostral com o auxílio de um GPS, nesta área foi demarcada uma malha de aproximadamente 9 pontos/ha, totalizando 22 pontos amostrais georreferenciados para a obtenção da amostra composta. As mesmas foram coletadas no mês de maio do ano de 2013, com a utilização de um trado, com 4 subamostras para formar uma amostra composta, na profundidade de 0-20 cm. A demarcação dos pontos amostrais e contorno da área foi realizado com utilização de um aparelho portátil, receptor de sinal de gps, marca Garmim, modelo HCX. A área e os pontos amostrais podem ser visualizados pela Figura 1 abaixo:



FIGURA 1. Contorno da área em estudo e pontos amostrais.

As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos, localizado no Departamento de Solos da Universidade Federal de Lavras - UFLA e os atributos analisados foram: acidez ativa (pH em água), fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, soma de bases e matéria orgânica. Os resultados obtidos pelas análises químicas foram submetidos à análise geoestatística para avaliar a existência de variabilidade espacial dos atributos estudados. Para isso foi utilizado o

semivariograma clássico de Matheron, representado pelo gráfico $\gamma^*(h)$ versus h , conforme observado na Equação 1.

$$\gamma(h) = \left[\frac{1}{2N(h)} \right] * \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que,

$N(h)$ - número de pares dos valores medidos, $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$ separados por uma distância h .

Para analisar a dependência espacial dos atributos seguiu-se a classificação proposta por Cambardella et al. (1994) em que o GDE (grau de dependência espacial) é dado com base na razão entre o efeito pepita (C_0) e patamar ($C_0 + C_1$), sendo fraca se o GDE for igual ou superior a 75%, moderada entre 25 e 75% e forte se igual ou inferior a 25%. O ajuste dos semivariogramas foi feito pelo modelo esférico para cada atributo estudado, pois como já observado em Grego e Vieira (2005), Silva et al. (2007), Ferraz et al. (2012) e Carvalho et al. (2013) é o mais utilizado em estudos relacionados ao solo e à cafeicultura. Em caso de dependência espacial constatada pelo estudo dos semivariogramas, foram gerados mapas de isolinhas por meio da interpolação pelo método da krigagem ordinária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados obtidos revelam a variabilidade espacial da lavoura para os atributos Ca, Mg, SB e MO, como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1. Síntese dos valores de análise química do solo e sua dependência espacial.

Atributos	Modelo	Efeito pepita (C_0)	Contribuição (C_1)	Patamar ($C_0 + C_1$)	Alcance (m)	GDE (%)	Dependência espacial
Ca	esférico	0	1,55	1,55	58,95	0	Forte
Mg	esférico	0	0,09	0,09	58,95	0	Forte
SB	esférico	0,06	2,57	2,63	58,95	2	Forte
MO	esférico	0,05	0,30	0,35	208,54	14	Forte

Os demais atributos, não apresentaram dependência espacial, o que pode ser consequência do tratamento rigoroso feito pelo produtor anualmente. A ocorrência de efeito pepita (C_0) zero se deu apenas nos atributos Ca e Mg, implicando que o erro experimental para tal situação é praticamente inexistente, não existindo assim variação significativa a distâncias menores que a amostrada. Para as variáveis SB e MO o valor do efeito pepita foi um pouco superior a zero com valores de 0,06 e 0,05 respectivamente. Esse parâmetro foi expresso em relação ao patamar ($C_0 + C_1$) e a variação de seus valores pode ter sido determinada pela escala de amostragem adotada, em especial para o caso dos demais atributos estudados que apresentaram valores muito elevados de C_0 . Para o alcance, os atributos Ca, Mg e SB apresentaram valor igual a 58,95; já para o atributo MO o alcance foi de 208,54. O alcance é um parâmetro de grande importância, visto que determina a distância limite em que um dado ponto da amostra apresenta influência sobre outro (TRANGMAR, 1985; ANDRIOTTI, 2003). Assim, a matéria orgânica, do ponto de vista espacial, também pode ser considerada como um bom indicador para a produtividade. A análise da razão $C_0/(C_0 + C_1)$, a qual expressa o grau de dependência espacial, revelou que todos os atributos possuem patamar variando de 0 a 14%, sendo considerado forte segundo Cambardella et al. (1994). Pelo mapa da Figura 2, que representa a distribuição espacial do Ca e Mg do solo na área de café, verifica-se quanto a forma, uma alta variabilidade, o que é mostrado por várias ilhas em diferentes cores dispersas na figura. Pelas cores adotadas, observa-se grande parte da área com valores de Ca entre 2,15 a 2,63; o que caracteriza o Ca de médio a bom. Para o mapa de Mg, os valores se encontram entre 0,18 a 0,42; caracterizando maior parte da área com baixo teor do nutriente, o mesmo sendo observado por Silva et al (2014). Os teores de MO e SB apresentam-se mais equilibrados no solo, variando de médios para MO e de médio a bom para SB (Figura 2) (CFSEMG,1999).

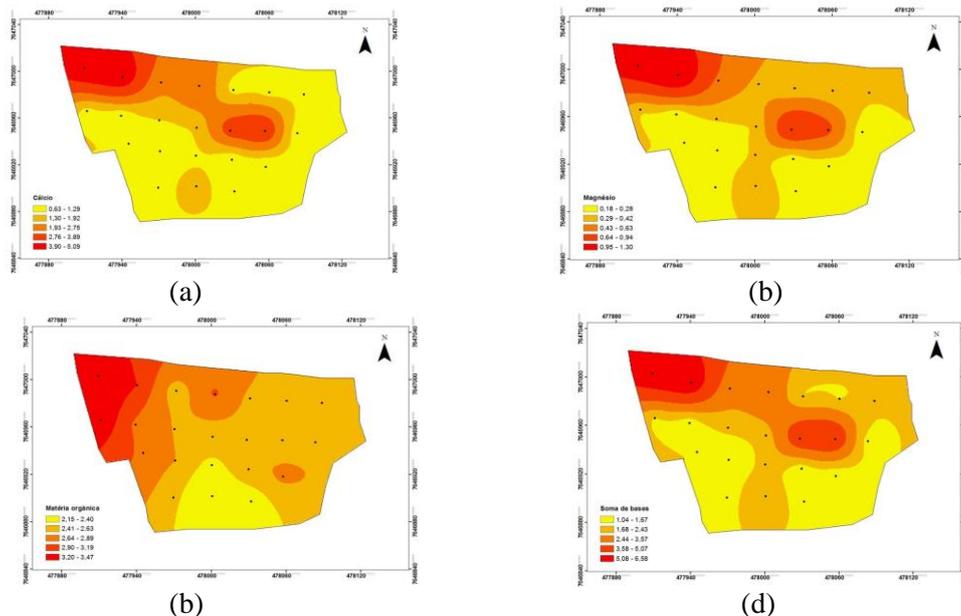


FIGURA 2. Distribuição espacial: (a) Ca e (b) Mg em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$, (c) MO (%) e (d) SB ($\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$), na profundidade 0,0 a 0,2m.

CONCLUSÕES: Baseado nos resultados das análises e nas condições em que o experimento foi conduzido ficou evidente a existência da dependência espacial de alguns atributos químicos o que pode influenciar positiva ou negativamente na produtividade da planta. Conclui-se também, que a adoção da cafeicultura de precisão foi uma forma de investigar o que realmente aconteceu em termos de variabilidade química do solo em pontos específicos do mesmo, facilitando assim um futuro estudo de viabilidade econômica de aplicação de insumos.

AGRADECIMENTOS: À FAPEMIG pelo auxílio aos autores para a participação no evento

REFERÊNCIAS

- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. S. L.: UNISINOS, 2003. 165 p.
- CAMBARDELLA, C.A. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of American Journal**, v.58, p.1501-1511, 1994.
- CARVALHO, et. al., 2013. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e características agrônomicas da cultura do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 265-275, 2013.
- CFSEMG (1999) Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa, MG. 359p.
- CORÁ, J. E.; BERARDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, p.374-387, 2006.
- FERRAZ, et. al., 2012. Agricultura de precisão no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 59-67, 2012.
- GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.2, p.169-177, 2005.
- SILVA, F. M. et al., 2007. Variabilidade espacial de atributos químicos e de produtividade na cultura do café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 401-407, 2007.
- SILVA, F. M. et al. Variabilidade Espacial de Atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 231-241, 2008.
- SILVA, A.A Mapas de fertilidade de solo em área manejada com agricultura de precisão cultivada com café. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**. Ituiutaba, v. 5, n. 1, p. 194-204, jan./jun. 2014.
- TRANGMAR, B. B. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 38, n. 1, p. 45-94, 1985.