



VARIABILIDADE ESPACIAL DO COBRE E MANGANÊS EM ÁREA DE CULTIVO DO CACAUEIRO

SPATIAL VARIABILITY OF COPPER AND MANGANESE IN CACAO FIELD

Caique Carvalho Medauar¹; Ícaro Monteiro Galvão²; Samuel de Assis Silva³; Arlicélio de Queiroz Paiva¹.

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, caiquemedauar@hotmail.com, arli@uesc.br

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Engenharia Rural, icaro.monteiro@hotmail.com.

³Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, samuel.assilva@gmail.com

Apresentado na

30ª Semana Agronômica do CCAE/UFES - SEAGRO 2019

16 à 20 de Setembro de 2019, Alegre - ES, Brasil

RESUMO - A variabilidade de micronutrientes no solo é um indicador importante da qualidade química do solo. Com este trabalho se objetivou avaliar a variabilidade espacial do Cu e Mn em uma área de cacaueteiro no município de Ilhéus-BA. Para levantamento de dados, foi construída uma malha amostral regular composta por 120 pontos, sendo as amostragens para determinação dos atributos químicos do solo realizadas em todos os pontos com o auxílio de um trado tipo holandês e posteriormente analisadas em laboratório. Os resultados dos atributos químicos do solo foram submetidos a uma análise estatística descritiva e a normalidade foi testada pelo teste de Shapiro Wilk's (S-W) a 5 % de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise geoestatística, a fim de verificar a existência e quantificar a dependência espacial. Posteriormente, foram construídos mapas temáticos para espacialização do fenômeno apenas para os atributos em que houve dependência espacial. O micronutriente Cu apresentou na área em estudo dependência espacial e o mapa da distribuição espacial demonstrou de modo satisfatório sua elevada variabilidade espacial. O Mn apresentou comportamento aleatório na área, com ausência de dependência espacial.

PALAVRAS-CHAVE: Geoestatística, micronutrientes, agricultura de precisão.

KEYWORDS: Geostatistics, micronutrients, precision agriculture.

SEÇÃO: Solos e nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

A recomendação de insumos agrícolas para o cacaueteiro varia conforme as características químicas do solo e o manejo adotado (CHEPOTE et al., 2012), sugerindo que o cultivo do cacaueteiro é realizado em solos com elevada variabilidade, a qual influencia diretamente a produtividade da cultura. Nesse contexto, a identificação da variação espacial de atributos químicos do solo é importante no levantamento, manejo, bem como planejamento de esquemas



de amostragem do solo, gerando maior economia com o uso de insumos e melhorando o gerenciamento das práticas agrícolas (SILVA; LIMA, 2012).

Souza et al. (2009) afirmam que essa identificação é possível com o uso de técnicas geoestatísticas, que comprovam a existência da dependência entre as variáveis do solo e que estas necessitam ser consideradas nas avaliações. Dessa forma, entende-se que o aumento da eficiência dos manejos agrícolas, como o da cacauicultura deve contemplar a variabilidade espacial existente nos campos de produção, as quais interferem diretamente sobre a produtividade, principalmente devido às propriedades químicas do solo (VALENTE et al., 2012).

Diante do exposto, com este trabalho se objetivou avaliar a variabilidade espacial do cobre e manganês em uma área de cacauero a partir da aplicação de análises de geoestatística.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma área experimental cultivada com cacauzeiros (*Theobroma cacao*) plantadas no espaçamento de 3,0 x 1,5 m, pertencente ao Centro de Pesquisas do Cacau – CEPEC/CEPLAC, localizada na região Sul do Estado da Bahia, no município de Ilhéus. O solo foi classificado, com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Nitossolo Háplico eutrófico. Para levantamento de dados, foi construída uma malha amostral regular composta por 120 pontos, sendo adotado o sistema de coordenadas locais.

As amostragens para determinação dos atributos químicos do solo foram realizadas em todos os pontos, sendo a coleta de solo realizada sob a projeção da copa das plantas de cacau. Com o auxílio de um trado tipo holandês, foram coletados 04 sub-amostras de solo, sendo 01 amostra por quadrante ao redor das plantas, na camada 0 – 20 cm, para formar a amostra composta representativa de cada ponto amostral.

A análise dos atributos químicos do solo foi realizada no Laboratório de Química do Solo, no CEPEC/CEPLAC. Os parâmetros avaliados foram: cobre (Cu) e manganês (Mn), seguindo metodologia da Embrapa (2017).

Os resultados dos atributos Cu e Mn foram submetidos a uma análise estatística descritiva para determinar as medidas de posição, dispersão e forma da dispersão. A normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk's (S-W) a 5 % de probabilidade.

Os dados foram posteriormente submetidos à análise geoestatística, a fim de verificar a existência de dependência espacial, a partir do ajuste de um modelo de variograma com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca. Comprovada a dependência espacial, utilizou-se o método de interpolação krigagem ordinária, para estimar valores em locais não medidos para os intervalos dos atributos químicos do solo em estudo. Foram construídos mapas temáticos, apenas para as variáveis em que houve dependência espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos pela análise estatística descritiva (Tabela 1) demonstram que os dados de Cu e Mn apresentaram valores das medidas de tendência central (média e mediana) bem próximos, indicando distribuições simétricas. Esse fato é confirmado pelo valor de assimetria próximo a zero.

Analisando a distribuição por meio do teste de S-W, os dois micronutrientes apresentaram distribuição não normal. De acordo com Cressie (1991) a normalidade dos dados não é exigência da geoestatística desde que não apresente caldas muito alongadas, fato não evidenciado neste trabalho dado os valores de assimetria próximos de zero.

O coeficiente de variação, segundo a classificação proposta por Warrick e Nilsen (1980), possui média variação para Cu e Mn.

A análise geoestatística (Tabela 2) foi realizada para determinar e quantificar a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em estudo. Os dados apresentaram dependência espacial apenas para Cu, obtendo o modelo de melhor ajuste o gaussiano com alcance de 38 m e IDE segundo classificação proposta por Cambardella et al. (1994) apresentou-se como forte.



Tabela 1. Estatística Descritiva dos atributos Cu e Mn (mg dm^{-3}).

Estatística	Cu	Mn
Média	7,1	87.2
Mediana	7,7	88.0
Mínimo	2.0	115.0
Máximo	15.0	55.0
CV (%)	38	16
Cs	0.33	-0.32
S-W	*	*

CV – coeficiente de variação; Cs – coeficiente de assimetria; S-W (*) - distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wilk's a 5 % de probabilidade; S-W (ns) - distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk's a 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Modelos e parâmetros dos semivariogramas avaliados para os atributos Cu e Mn.

Modelos e Parâmetros	Cu	Mn
Modelo	Gaussiano	EPP
C ₀	0.30	-
C ₀ +C	1.10	-
a (m)	38.0	-
IDE	Forte	-

Co - efeito pepita escalonado; Co + C - patamar escalonado; EPP – efeito pepita puro; a - alcance; IDE - Índice de Dependência Espacial.

O modelo EPP indica que o atributo Mn não apresentou dependência espacial entre amostras, mas um comportamento aleatório. A não observação da dependência espacial pode ser atribuída ao espaçamento de amostragem inadequado ou erros de medição (CAMBARDELLA et al., 1994). Entretanto, a ausência de dependência espacial não caracteriza a inexistência de variabilidade no fenômeno, esta porém não está relacionada com o espaço, mas ocorre de forma aleatória (Silva et al., 2013).

De acordo com Souza et al. (2004), para um conjunto de dados que apresenta EPP, a informação que melhor os representa é a média. Dessa forma, devido ao seu comportamento aleatório do Mn na área de estudo, o manejo da adubação na área deve ser feito levando-se em consideração o valor médio.

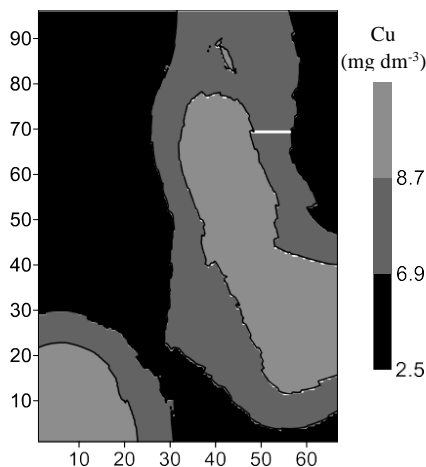


Figura 1. Mapa temático da distribuição espacial de Cu na área experimental.

Por meio de interpretação visual da Figura 1, verifica-se que o mapa de Cu indica que a maior proporção da área encontra-se com valores acima de $6,9 \text{ mg dm}^{-3}$. Este atributo também foi encontrado no solo em níveis considerados altos (CHEPOTE et al., 2013). Níveis elevados de Cu foram observados por Biondi et al. (2011) em Nitossolo, atribuindo tal resultado à presença de basalto no solo.

Dessa forma, a tomada de decisão acerca da variabilidade de micronutrientes no solo é fundamental para uma recomendação de adubação adequada, evitando assim problemas de deficiência ou de toxidez.

CONCLUSÃO

Apenas o Cu apresentou na área em estudo dependência espacial.

O mapa da distribuição espacial de Cu demonstrou de modo satisfatório sua elevada variabilidade na área de estudo.

O Mn não apresentou dependência espacial, deve ser corrigido conforme seus valores médios, devido ao seu comportamento aleatório na área.

REFERÊNCIAS

- BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A. do; FABRICIO NETA, A. de B.; RIBEIRO, M. R. Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni e Co em solos de referência de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 1057-1066, 2011.
- CAMBARDELLA, C. E.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F. & KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, p. 1501-1511, 1994.
- CHEPOTE, R. E.; SANTANA, S. O.; ARAUJO, Q. R.; SODRÉ, G. A.; REIS, E. L.; PACHECO, R. G.; MARROCOS, P. C. L.; SERÓDIO, M. H. C. F.; VALLE, R. R. 2012. Aptidão agrícola e fertilidade de solos para a cultura do cacaueteiro. In: Valle, R.R. (Ed.). *Ciência, tecnologia e manejo do cacaueteiro*. 2ª Edição. Brasília. p. 67-105.
- CHEPOTE, R. E.; SODRÉ, G. A.; REIS, E. L.; PACHECO, R. G.; MARROCOS, P. C. L.; VALLE, R. R. **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueteiro no sul da Bahia**. CEPLAC/ CEPEC. Ilhéus, BA. Boletim Técnico n°203. p.44, 2013.
- CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 920p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solos, 3ª ed, Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**. p. 574, 2017.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, v. 34, p. 1763-1771, 2004.



- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S. Multivariate analysis and Geostatistics of the fertility of a humic rhodic hapludox under coffee cultivation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 467-474. 2012.
- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; BOTTEGA, E. L. Yield mapping of arabic coffee and their relationship with plant nutritional status. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 13, n. 3, p. 556-564. 2013.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 40 p. 48-56, 2009.
- VALENTE, D. S. M.; QUEIROZ, D. M. D.; PINTO, F. D. A. D. C.; SANTOS, N. T.; SANTOS, F. L. Definition of management zones in coffee production fields based on apparent soil electrical conductivity. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 69, p.173-179, 2012.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R.; Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic, p. 319-344, 1980.