

DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DE SOJA E DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA-MT

MATEUS PROLO MASSOLA¹, GUSTAVO DANIELLI², RAFAEL GUIMARAES DE ALENCAR³; DANILO GOMES DE OLIVEIRA⁴, VANDUIR HOLTZ⁵

¹Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 99310073, E-mail: mateusprolo@gmail.com

²Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 99530364, E-mail: gustavo_danielli@hotmail.com

³Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 81304926, E-mail: rafaelguimaraes_1992@hotmail.com

⁴Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, fone 62 81945849, E-mail: danilogomes.engenharia@gmail.com;

⁵Engenheiro Agrícola, Prof. Mestre. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 81435033, E-mail: vanduirholtz@unemat.br.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de junho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil.

RESUMO: A cultura da soja no Brasil é uma das mais importantes tanto na questão social, quanto econômica. A aplicação de insumos é extremamente importante para a nutrição da planta, bem como componente dos custos de produção. O objetivou-se com este trabalho avaliar a dependência espacial e a correlação dos atributos químicos do solo com a produtividade da cultura, em uma área de 77 hectares, sobre Latossolo Vermelho. Para isto foi construída uma malha amostral de 100 x 100m, onde para determinação da produtividade foram colhidas as plantas em 1 m² em cada ponto, que após trilhadas, tiveram a massa de grãos convertida em sacas por hectare. Para análise química, em cada ponto foram coletas cinco subamostras na profundidade de 0 a 20cm, que homogeneizadas, foram encaminhadas a laboratório especializado. A distribuição espacial dos atributos químicos do solo e a produtividade de grãos foram avaliadas por meio de técnicas de geoestatísticas, com utilização do software GS+ versão 7.0. Para os atributos com dependência espacial, foi elaborado o mapa de isolinhas. Foi observada dependência espacial forte para produtividade, pH, CTC e acidez potencial e moderada para magnésio. Por meio da validação cruzada foi verificado que a produtividade correlaciona-se positivamente com a CTC.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, agricultura de precisão, produtividade.

SPATIAL DEPENDENCE OF PRODUCTIVITY OF SOYBEAN AND SOIL CHEMICAL PROPERTIES IN THE REGION OF THE VALE DO ARAGUAIA-MT

ABSTRACT: The soybean crop in Brazil is one of the most important in both social issue, as economic. The application of supplies is extremely important for nutrition of the plant, well as part of the production costs. The objective of this study was to evaluate the correlation of soil chemical properties in crop productivity, in an area of 77 hectares, on Latosol Red. For this it constructed a sampling grid of 100 x 100m where for determination of yield were harvested plants in 1 m² at each point, after which threshed, had the grain mass converted into bags per hectare. For chemical analysis at each point were collected five sub-samples at a depth of 0 to 20cm, and then homogenized, were sent to a specialized laboratory. The spatial distribution of soil chemical properties and grain yield were evaluated using geostatistical techniques, using the software GS + version 7.0. For attributes with spatial dependence, it was drawn up contoured map. Was observed strong spatial dependence for productivity, pH, CEC and

potential acidity and moderate for magnesium. By cross validation was verified that productivity is positively correlated with the CTC

KEYWORDS: *Glycine max*, Precision agriculture, productivity

INTRODUÇÃO: A agricultura está sendo exigida em eficiência para atender a crescente demanda mundial de alimentos, de forma sustentável, com a redução dos impactos ambientais. A agricultura de precisão trás uma nova realidade para o campo, com a aplicação de insumos a taxa variável, com base na dependência espacial, ou mesmo temporal, do atributo manejado (BORÉM et. al, 2000). Segundo Cavalcante et al. (2011) as técnicas de agricultura de precisão implicam em redução de custos com a aplicação de insumos a taxa variável, com conservação ambiental, quando comparados ao sistema tradicional de distribuição de insumos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a dependência espacial e a correlação dos atributos químicos do solo com a produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em uma área agrícola do município de Nova Xavantina – MT, com clima caracterizado como Aw, de acordo com a classificação de Köppen, possuindo dois períodos bem definidos, sendo um seco que vai de abril a setembro e um chuvoso que vai de outubro a março, com precipitação anual de aproximadamente 1.600 mm e com médias de temperatura em torno de 25,5 °C (SOUZA et.al. 2013). O experimento foi realizado em uma área de 77 hectares em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). Para isto foi construída uma malha amostral regular de 100m x 100m, totalizando 77 pontos. Os pontos de coleta foram gerados com a utilização do software AutoCAD e posteriormente adicionados em um receptor de GPS. As amostras de solo para análises químicas foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, a onde cada amostra foi composta por cinco subamostras, coletadas a uma distância de até cinco metros do ponto indicado pelo receptor de GPS. Na análise química foi determinado o pH, a acidez potencial (H + Al), os teores de Mg e P e a capacidade de troca catiônica. Para determinar a produtividade de grãos, foram colhidos manualmente as plantas em 1m² em torno de cada ponto amostral e depois de trilhada, os grãos foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g e determinada a umidade pelo método gravimétrico. Posteriormente, o valor da massa foi transformado para kg ha⁻¹, com a umidade corrigida para 13% em base úmida.

A distribuição espacial dos atributos químicos do solo e a produtividade de grãos foi caracterizada utilizando técnicas de geoestatísticas do pacote GS+ versão 7.0. Os semivariogramas foram calculados considerando um comportamento isotrópico da dependência espacial, para todos os atributos estudados. Os modelos matemáticos ajustados aos semivariogramas experimentais foram definidos pelo *software*.

A análise descritiva e técnicas da geoestatística foram feitas utilizando o software GS+ versão 7.0. A análise do grau de dependência espacial foi determinada pelo Índice de Dependência Espacial (IDE) e classificado de acordo com Zimback (2001). Já as correlações de Pearson utilizando o software Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A área apresentou produtividade com uma média de 60,37 sacas ha⁻¹. Os valores variaram entre mínimos e máximos de 40,26 a 86,93 sacas ha⁻¹, respectivamente, com uma amplitude de 46,67 sacas ha⁻¹, porém o coeficiente de variação (CV) foi de 16,55 %, valores estes maiores que os encontrados por Silva et al. (2011), para a cultura da soja, em um Latossolo Vermelho distrófico, com característica de um solo com textura argilosa que foi de 14,92%. O maior coeficiente de variação (CV) foi observado para P (96,65) e o menor para o pH (0,63), estes valores de fosforo e pH diferiu dos encontrados por Alcântara, et al. (2012) com solos de mesma características.

TABELA 1. Estatística descritiva para produtividade safra 2014/2015 (PR), Magnésio (Mg), Fosforo (P), Capacidade de troca catiônica (CTC), Potencial hidrogenado (pH), Acidez Potencial (AP)

Parâmetros	PR	Mg	P	CTC	pH	AP
Média	60,37	0,79	23,16	5,33	5,32	2,44
Mínimo	40,26	0,25	3,5	3,3	4,5	1,10
Máximo	86,93	1,55	119,90	8,10	6,30	3,79
Mediana	59,88	0,75	14,70	5,20	5,30	2,40
Assimetria	0,17	0,95	2,28	0,91	0,24	0,17
Curtose	0,0003	1,18	5,51	2,30	0,211	-0,337
D. padrão	9,99	0,28	22,39	0,81	0,34	0,56
Variância	99,85	0,077	501,31	0,66	0,11	0,32
C.V.(%)	16,55	35,94	96,65	15,22	0,63	23,10
C. Per	1,00	0,096	-0,04	0,176	-0,05	0,154

C.V.- Coeficiente de variação; C. Per - Correlação de Person em Relação à Produtividade,

Seguindo a classificação proposta por Wilding e Drees (1983) os valores para Mg e P mostram-se altos, evidenciando uma alta heterogeneidade da área e médios ($15\% \leq CV \leq 35\%$) para a produtividade, CTC e AP, já para o pH apresentou baixos ($CV \leq 15\%$) mostrando maior homogeneidade desse atributo para a área de estudo.

O índice dependência espacial de um atributo é classificado de acordo a magnitude do seu coeficiente de variação, sendo assim foi possível observar que as variáveis produtividade, potencial hidrogenado (pH), capacidade de troca catiônica (CTC) e acidez potencial apresentaram forte dependência espacial e magnésio apresentou moderada dependência (TABELA 2).

Ainda na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos modelos que melhor se ajustaram às semivariâncias experimentais para os atributos analisados. É possível verificar que o alcance para todas as variáveis foram maiores que 100 m, assim a grade de amostragem adotada entre os pontos foi suficiente para identificar a dependência espacial dessas variáveis.

Tabela 2: Modelos de semivariância ajustados para as propriedades químicas do solo e produtividade de grãos

Variáveis	Modelo	Alcance (A)	Patamar (C0+C)	Efeito pepita (C0)	IDE (C/C0+C)	R ²
Produtividade	Exponencial	276,000	101,400	14,600	0,856	0,226
Magnésio	Exponencial	6069,000	0,146	0,046	0,684	0,862
Fosforo	EPP	-	-	-	-	-
CTC	Gaussiano	3354,982	2,235	0,401	0,821	0,849
pH	Exponencial	249,000	0,115	0,010	0,909	0,132
Acidez Potencial	Exponencial	9330,000	0,875	0,189	0,784	0,692

CTC – capacidade de troca catiônica; pH – potencial hidrogenado; IDE – Índice de Dependência Espacial; R² - coeficiente de determinação

Os parâmetros dos modelos de semivariogramas selecionados (Tabela 2) e o método de interpolação por krigagem para estimar valores em locais não amostrados foram utilizados para gerar os mapas de contorno da distribuição espacial dos atributos produtividade, pH, CTC, acidez potencial e magnésio (FIGURA 1).

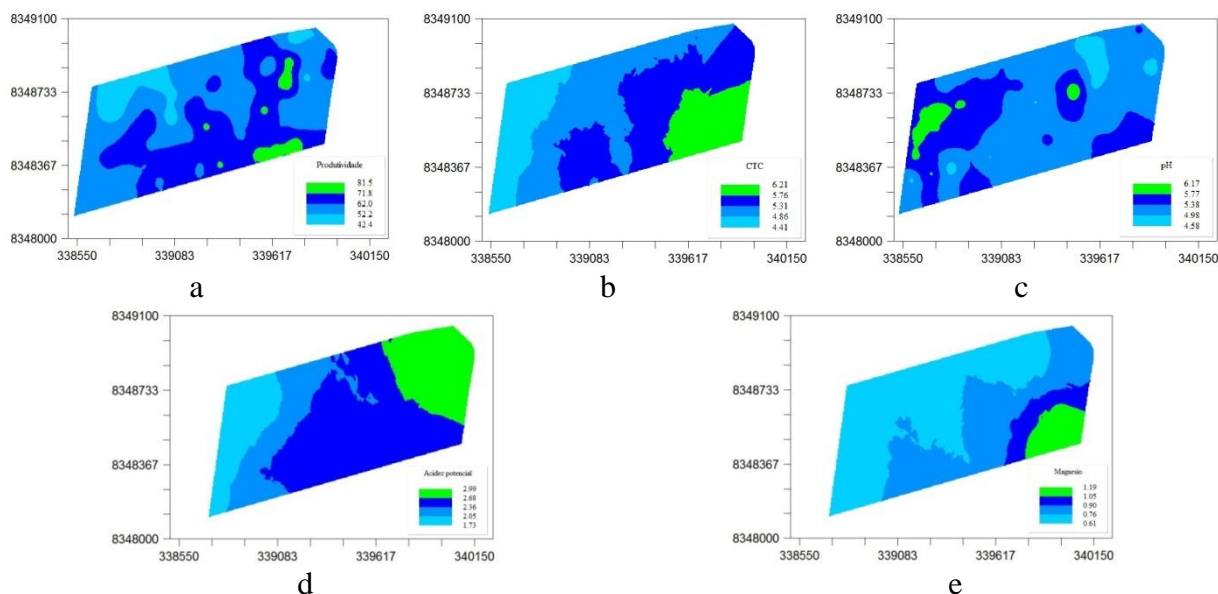


FIGURA 1. Mapa de contorno para produtividade (a), CTC do solo (b), pH do solo (c), acidez potencial (d) e Magnésio (e)

CONCLUSÕES: Houve dependência espacial para produtividade, teores de magnésio pH do solo, acidez potencial e CTC, explicada pelo modelo exponencial e gaussiano. A produtividade correlacionou de maneira positiva com o CTC e com a acidez potencial,

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALCÂNTARA, G. R.; REIS, E. F.; QUEIROZ, D. M. Produtividade de culturas correlacionada com condutividade elétrica aparente de um solo sob plantio direto. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 3, n. 2, p. 62 - 72, 2012.
- BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. D.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. L. **Agricultura de precisão**, Viçosa, MG, 2000, 467p.
- CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 237-243, 2011.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- SILVA, C.; MORAES, M. DE.; MOLIN, J. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Precision Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 67-81, 2011.
- SOUZA, A, P; MOTA, L, L; ZAMADEI, T; MARTIM, C, C; ALMEIDA, F, T; PAULINO J. **Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de mato grosso**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, out./dez., 2013
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade**. Botucatu, 2001. 114f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do solo e ftopedologia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 2001.
- WILDING, L. P.; DREES, L. R. **Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions**. New York: Elsevier, 1983. 303p