

## VARIABILIDADE ESPACIAL DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE SOJA

DANILO GOMES DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, ELTON FIALHO DOS REIS<sup>3</sup>, ALEXANDRE TORRECILHA SCAVACINI<sup>2</sup>, VANDOUR HOLTZ<sup>4</sup>, GABRIEL ELIAS CARVALHO DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Eng<sup>a</sup> Agrícola, PIBIC/CNPq-AF, UnUCET/UEG, Anápolis (GO), email: [danilogomes.engenharia@gmail.com](mailto:danilogomes.engenharia@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduando em Eng<sup>a</sup> Agrícola, PBIC/UEG, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis -GO;

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Engenharia Agrícola, UNUCET/UEG, Anápolis – GO

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Mestre, Agronomia, UNEMAT, Nova Xavantina – MT

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

**RESUMO:** A soja (*GlycinemaxL.*) é uma das espécies cultivadas mais antiga do mundo, tem sido conduzida com alto nível tecnológico em todas suas operações. Nesse aspecto, os mapas que apresentar uma variabilidade espacial são considerados uma ferramenta para a análise de características agronômicas em nível de propriedade. Assim, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de características agronômicas e qualidade Fisiológica de sementes de soja em um campo de produção, utilizando as ferramentas da agricultura de precisão. Para isso foi construído um gride amostral de 60X60 m num total de 126 pontos. Foram determinados o índice de clorofila em campo utilizando o clorofilômetro, as características agronômicas e a produtividade foram coletadas em uma área de 1x1m em todos os pontos do gride e levadas ao laboratório. Já as características fisiológicas foram avaliadas pelo Teste padrão de Germinação e Vigor de Semente. A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram concluir que as análises fisiológicas de sementes de soja não apresentaram variabilidade espacial, já a produtividade, altura de plantas com dependência moderada e número de vargem por planta e o índice de clorofila com dependência forte, todos explicada pelo modelo exponencial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade fisiológica, Variabilidade Espacial, Geoestatística

### SPATIAL VARIABILITY OF FEATURES AND AGRONOMICAL PHYSIOLOGICAL OF SOYBEAN SEEDS

**ABSTRACT:** Soybeans (*GlycinemaxL.*) is one of the oldest cultivated species in the world, has been conducted with high technological level in all its operations. In this respect, the maps provide a spatial variability are considered a tool for the analysis of agronomic traits in farm level. Thus, this study aimed to evaluate the spatial variability of agronomic traits and physiological quality of soybean seeds in a production field, using the tools of precision agriculture. To do so we built a sample of 60X60 m gride a total of 126 points. Were determined chlorophyll index field using the chlorophyll, the agronomic characteristics and yield were collected in an area of 1x1m at all points of gride and taken to the laboratory. Have physiological characteristics were evaluated by the standard germination test and Vigor Seed. Data analysis and interpretation of the results showed that the physiological analysis of soybean seeds showed no spatial variability, since the yield, height of plants with moderate dependence and vargem number per plant and chlorophyll index with strong dependence, all explained by exponential model.

**KEYWORDS:** Physiological quality, Spatial variability, Geostatistics

**INTRODUÇÃO:** Deste sua entrada no Brasil a soja (*Glycinemax (L.) Merrill*), uma das espécies mais antigas que vem sendo cultivadas no mundo, tem sido conduzida com nível tecnológico em todas suas operações, tornando-se de muita importância comercial para o desenvolvimento da agricultura

brasileira, sendo cultivada em todas as regiões (Silva, J. M. et al., 2009). O controle de qualidade de sementes está cada vez mais eficiente, principalmente em função da competitividade do mercado, tornando cada vez mais crescente os investimentos neste setor. Nesse contexto, avaliações rápidas que permitam a obtenção de informações sobre a qualidade fisiológica das sementes são muito importantes para as decisões a serem tomadas nas diferentes etapas da produção. Embora tenha se buscado um melhor potencial produtivo da cultura, a sua produtividade não apresenta homogeneidade, sendo observado em um mesmo campo áreas com maior e menor desempenho produtivo. Isto ocorre porque os atributos químicos, físicos e físico-químicos do solo apresentam distribuição espacial (BOTTEGA et al., 2013).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi construída uma malha amostral de 60 x 60 m, utilizando um receptor de GPS, com sistema de correção diferencial em tempo real, sendo coletados 126 dados. Para a determinação da produtividade, bem como da qualidade das sementes produzidas no campo, foram colhidas plantas em 1m<sup>2</sup> de cada ponto, sendo a amostra média do ponto. Para demarcação das áreas a serem colhidas foi considerado um ponto aleatório da malha de amostragem. Para determinação do índice de clorofila em campo foi utilizado o clorofilômetro ClorofiLOG® modelo CFL 1030. Em cada ponto foram feitos três leituras, no terço médio, para obter-se um valor médio. O valor de leitura atribuído ao ponto foi representado pela média de 3 plantas/ponto. Por ocasião da plena maturação, foram coletadas 10 plantas tomadas próximo a cada ponto amostral, para determinação dos componentes primários (número de vagens por planta e Altura de Planta). As amostras foram submetidas ao processo de secagem artificial em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 38°C, até atingirem um teor de água de 10%. As amostras foram pesadas em uma balança digital com precisão de 0,01g e os valores transformados em ton.ha<sup>-1</sup>. Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes, foram realizados os seguintes testes: teste de germinação e primeira contagem, seguindo as recomendações da RAS (Regra de análise de semente). Para identificar a estrutura da dependência espacial dos dados de características químicas e físicas do solo e produtividade utilizou-se a geoestatística (VIEIRA et al., 1983), e a semivariância (BACHMAIER e BACKES, 2008) e a partir desses valores de semivariância construiu-se os semivariogramas experimentais para o conjunto de dados que foram gerados pelo programa GS+ versão 7.0 (Gamma Design Software®). Para verificar o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais, considerou-se o melhor R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação) e o menor SQR (soma de quadrados do resíduo) dos dados de semivariância experimental em relação aos valores de semivariância estimado pelo modelo. O índice de dependência espacial (IDE) foi definido de acordo com ZIMBACK (2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados da estatística descritiva para as características agrônômicas e fisiológicas da soja podem ser visualizados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Estatística descritiva para a produtividade, clorofila, teste padrão de germinação, primeira contagem, Altura e Planta e número de vagens por planta.

| Parâmetros | PR    | Cl.    | TPG   | 1ªCt. | Al.Planta | NV    |
|------------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|
| Nº Amost.  | 126   | 126    | 126   | 126   | 126       | 126   |
| Média      | 3.99  | 536.68 | 0.86  | 0.841 | 86.93     | 72.84 |
| Mínimo     | 2.79  | 420.33 | 0.43  | 0.47  | 50.00     | 40    |
| Máximo     | 8.75  | 657.33 | 1.00  | 0.99  | 124.00    | 145   |
| Assimetria | 3.06  | 0.02   | -1.04 | -0.80 | 0.07      | 1.26  |
| Curtose    | 20.04 | -0.16  | 2.10  | -0.25 | 0.96      | 3.5   |
| D.Padrão   | 0.658 | 48.50  | 0.098 | 0.115 | 11.90     | 17.43 |
| Variância  | 0.43  | 2352.3 | 0.009 | 0.013 | 141.71    | 304.1 |
| C.V.(%)    | 16.49 | 10.00  | 11.4  | 13.67 | 13.68     | 23.92 |

PR-Produtividade; Cl-Clorofila; TPG-Teste padrão de germinação; 1ªCt-1ªContagem; Al.Planta–Altura de planta; NV- Número de vagens por planta; PC-Peso de cem grãos; C.V- Coeficiente de variação.

A área apresentou uma produtividade, com uma média de 3.99 ton ha<sup>-1</sup>. Os valores variaram entre mínimos e máximos de 2.79 a 8.75 ton ha<sup>-1</sup>, com uma amplitude de 5.96 ton ha<sup>-1</sup>, porém coeficiente de variação (CV) foi de 16.49% classificados, segundo WARRICK E NIELSEN (1980) como médio

(12% < CV < 60%). Estes valores são maiores que os encontrados por SILVA et al. (2010), para a soja, cultivada em Latossolo Vermelho distrófico típico, com textura argilosa de 14,92%. A clorofila mostrou o maior valor do desvio padrão logo depois número de vargem e altura de planta, sendo o menor valor observado para o teste padrão de germinação, conforme estatística descritiva dos valores apresentados na Tabela 1.

A análise geoestatística foi realizada e verificou-se que algumas das características fisiológicas e agrônômicas estudadas apresentaram dependência espacial com exceção de teste padrão de germinação e 1ª contagem (Tabela 2).

**TABELA 2.** Modelos teóricos do semivariograma ajustados para as variáveis produtividade, clorofila, teste padrão de germinação, primeira contagem, altura de planta e número de vargem por planta.

| Parâmetros           | Geoestatística |        |          |        |                |        |       |
|----------------------|----------------|--------|----------|--------|----------------|--------|-------|
|                      | Modelo         | Co     | Co+C1    | a      | R <sup>2</sup> | RSS    | GDE%  |
| <b>Produtividade</b> | Exponencial    | 0.1930 | 0.2603   | 28.55  | 0.259          | 0.0011 | 74.14 |
| <b>Clorofila</b>     | Exponencial    | 2.0000 | 2102.000 | 43.00  | 0.276          | 280475 | 0.09  |
| <b>TPG</b>           | EPP            | -      | -        | -      | -              | -      | 100%  |
| <b>1ª Contagem</b>   | EPP            | -      | -        | -      | -              | -      | 100%  |
| <b>Al.Planta</b>     | Exponencial    | 76.000 | 152.100  | 109.00 | 0.543          | 811    | 25.76 |
| <b>Nºde Vargens</b>  | Exponencial    | 24.30  | 300.20   | 31.00  | 0.155          | 2546   | 8.04  |

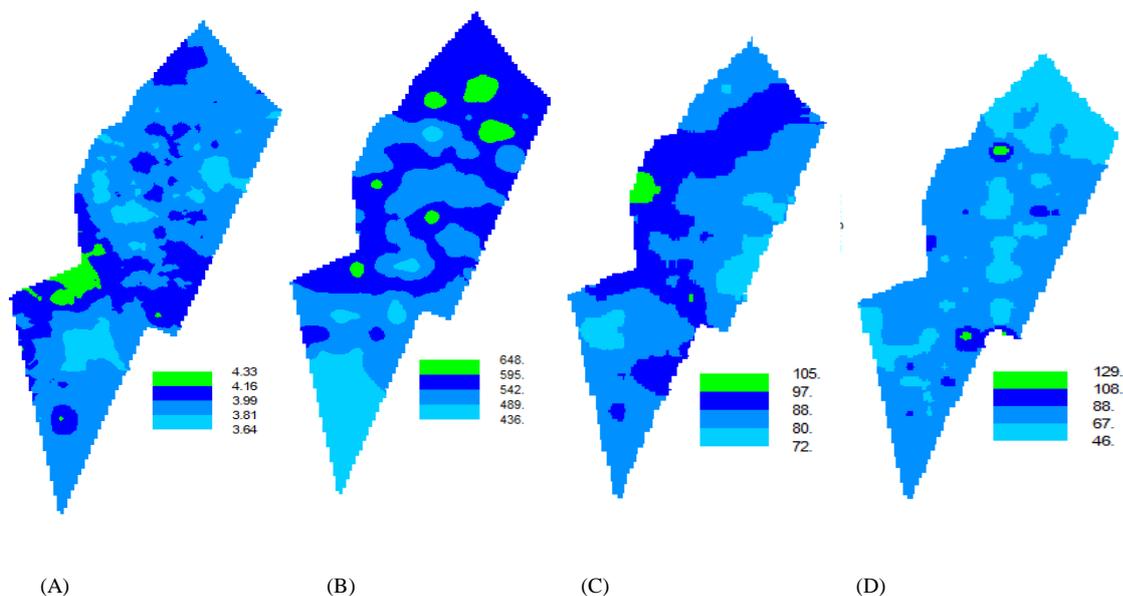
Co – efeito pepita; Co+ C1 – patamar; a – alcance (m); GDE = Co/(Co+ C1) – grau de dependência (%). GDE – Grau de dependência espacial (forte < 25%; moderada 26 a 75%; fraco > 75 a 100% e efeito pepita puro = 100%) segundo classificação proposta por Zimback et al. (2001).

A ausência de dependência espacial, para as características: TPG e 1ªCt., foi constatada pela inexistência do patamar (Co + C1) nos semivariogramas, onde o GDE% teve um valor de 100% ocorrendo o denominado efeito pepita puro segundo classificação ZIMBACK et al., 2001. Para essas características, a variabilidade dos dados é muito grande, necessitando de um esquema que utilize pontos mais próximos ao que foi utilizado ou de um número maior de repetições a serem estudadas. Ainda na Tabela 2 é possível verificar os parâmetros dos semivariogramas ajustados aos modelo exponencial.

Para garantir uma dependência espacial a coleta dos dados deveriam ser coletados a uma distância equivalente à metade do alcance (CARVALHO et al., 2002). A produtividade encontrou dependência espacial classificada como moderada (efeito pepita entre 26 e 75% do patamar). MILANI et al. (2006) e AMADO et al. (2007a) encontraram dependência espacial classificada como moderada para a produtividade da soja.

Com os dados de produtividade amostrados em estudo, foram obtidos os parâmetros dos modelos ajustados ao semivariograma experimental pela análise geoestatística e realizou-se a elaboração dos mapas de contorno (Figuras 1 A, B, C e D). A análise dos mapas de contorno consistiu na verificação da distribuição espacial da produtividade do talhão estudado, obtidos pelo programa GS+ versão 7.0.

**FIGURA 1.** (A) Mapa de contorno para a produtividade(kg.ha<sup>-1</sup>). (B) Mapa de contorno para Clorofila. (C) Mapa de contorno para altura de planta. (D) Mapa de contorno para Numero de vargem por Planta.



As maiores produtividades para a cultura da soja (Figura 2A) encontram-se ao centro do mapa. Notam-se na área mais clara as produtividades mais baixas, ocorrendo ao sul e norte do mapa. Pode-se observar na Figura 2 B mapa de contorno para teor de clorofila que a região ao meio do mapa obteve uma maior incidência de clorofila, podendo afirmar que a presença de nitrogênio nesta área é maior que na região norte e Sul.

#### CONCLUSÕES:

Houve variação espacial para a produtividade conforme modelo exponencial e para os a TPG e primeira contagem não houve variabilidade espacial, ocorrendo efeito pepita puro sendo tratado pelo valor médio.

As características agrônômicas número de vagens por planta e altura de planta apresentou variabilidade espacial conforme modelo exponencial.

#### REFERÊNCIAS:

- BACHMAIER, M.; BACKES, M. Variogram or semivariogram? Understanding the variances in a variogram. *Precision Agriculture*. v.9, 2008, p.173–175.
- BOTTEGA, E.L.; CARVALHO, F.A.P.; QUEIROZ, D.M.; SANTOS, N.T. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de soja no Cerrado brasileiro. *Revista Agrarian* ISSN: 1984-2538 - Dourados, v.6, n.20, p.167-177, 2013.
- CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geostatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 37, n. 8, p. 1151-1159, 2002.
- SILVA, J.M.; LIMA, J.S.S.; MADEIROS, L.B. et al. / Variabilidade espacial da produtividade da soja sob dois sistemas. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 2, p. 397-409, mai/ago 2009.
- VIEIRA, S. R.; HATFIEL, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, v.51, 1983, p.1-75.
- 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, 1980. Cap.2, p.319-344.
- ZIMBACK, C.R.L. Análise especial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001.114p. Tese (livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.