

**ARTIGO CIENTÍFICO**  
**MAPEAMENTO DOS TEORES DE PROTEÍNA E ÓLEO EM CAMPO**  
**PRODUTOR DE SOJA**

***MAPPING FOR PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN PRODUCER FIELD***

*Danielle Helena Müller<sup>1</sup>, Elisangela Clarete Camili<sup>2</sup>, Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza<sup>3</sup>,  
Eliane Maria Forte Daltro<sup>4</sup>*

**Resumo:** Os teores de proteína e óleo são governados geneticamente, contudo fortemente influenciados pelo ambiente. Assim objetivou-se avaliar a distribuição espacial dos teores de proteína e óleo de sementes de soja cultivada em um campo de produção. Foram realizadas amostragens de sementes, em pontos georreferenciados, para obtenção do teor de proteína e óleo pela técnica da Refletância do Infravermelho Próximo (NIR). Os teores médios de proteína e óleo foram de 35,92% e 20,65%, respectivamente. As variáveis estudadas apresentaram dependência espacial moderada e ajuste ao semivariograma esférico. Os valores do alcance de dependência espacial variaram de 249,99 m, para o teor de óleo, a 414,92 m para o teor de proteína. Foram elaborados mapas de distribuição espacial das variáveis. Existe dependência espacial dos teores de proteína e óleo avaliados nas sementes de soja. A avaliação da qualidade bioquímica das sementes pode indicar parâmetros para o setor de melhoramento genético na escolha do material a ser utilizado nas próximas safras na área de produção.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill, qualidade de sementes, composição química.

**Abstract:** Protein and oil contents are genetically governed, yet strongly influenced by the environment. Thus, the objective was to evaluate the spatial distribution of protein and oil content of soybean seeds cultivated in a production field. Seed samples were taken at georeferenced points to obtain the protein and oil content by the Near Infrared Reflectance (NIR) technique. The average protein and oil contents were 35.92% and 20.65%, respectively. The studied variables presented moderate spatial dependence and adjustment to the spherical semivariogram. Spatial dependence range values ranged from 249.99 m for oil content to 414.92 m for protein content. Spatial distribution maps of the variables were elaborated. There is spatial dependence on protein and oil content evaluated in soybean seeds. The evaluation of seed biochemical quality may indicate parameters for the genetic improvement sector in the choice of material to be used in the next harvests in the production area.

**Key words:** Fish. Utilization of waste. Mechanically separated meat.

---

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/10/2019; aprovado em 27/12/2019.

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, D. Sc., Pesquisadora Assistente da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, EMPAER-MT, Rua Cinquenta e cinco, nº 454, Boa Esperança - CEP:78068-690 – Cuiabá/MT. E-mail: daniellemuller@empaer.mt.gov.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, D. Sc., Professora Adjunta da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2.367, Boa Esperança – CEP: 78060-900 – Cuiabá/MT. E-mail: eccamili@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, D. Sc., Professora Adjunta da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2.367, Boa Esperança – CEP: 78060-900 – Cuiabá/MT. E-mail: wlmperci@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, D. Sc., Pesquisadora Assistente da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, EMPAER-MT, Rua do Pintado, s/n, Ponte Nova - CEP: 78115-805 – Várzea Grande/MT. E-mail: elianedaltro@empaer.mt.gov.br

## INTRODUÇÃO

As sementes, à semelhança dos demais órgãos da planta, apresentam composição química bastante variável por se tratar de um órgão que se forma no final do ciclo da cultura. O conhecimento da composição química da semente é de interesse prático da área de tecnologia de sementes, pois, tanto o vigor como o potencial de armazenamento são influenciados pelo teor dos compostos presentes nas mesmas (Rodrigues et al., 2010; Carvalho e Nakagawa, 2012; Greggio e Bonini, 2014).

O estudo da composição química de sementes utilizadas para o plantio ocorre pela necessidade de se desenvolver novas cultivares produtivas de soja com teores elevados de óleo e proteína. Contudo, é necessário saber como os teores se concentram nas sementes produzidas no campo, uma vez que as condições edafoclimáticas não são homogêneas.

A distribuição espacial das características inerentes ao material cultivado torna-se importante por fornecer informações que podem otimizar o cultivo e, conseqüentemente, a produtividade das culturas, assim, variações no conteúdo dos componentes químicos das sementes de soja são amplas e o local onde a semente é produzida pode determinar modificações na sua composição química quantitativa (Cavalcante et al., 2011).

Resultados obtidos por Costa et al., (2005) indicaram variações dos níveis de óleo, proteína e acidez entre as diferentes amostras de sementes e regiões amostradas. O estado de Minas Gerais apresentou sementes com os maiores índices de óleo e proteína, seguido por Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e sul do Paraná. Os autores concluíram que,

aparentemente, existem regiões com melhores condições edafoclimáticas para obtenção de maiores percentuais tanto de óleo como de proteína. Estes resultados são confirmados por Minuzzi et al. (2009) que avaliaram o rendimento, teores de óleo e proteína de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul e encontraram variação no conteúdo desses constituintes em diferentes genótipos e diferentes locais de produção.

Este trabalho objetivou avaliar a distribuição espacial dos teores de proteína e óleo de sementes de soja em um campo de produção no Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Colibri, situada no município de Santo Antônio de Leverger/MT, localizada a 16° 14' latitude Sul, 55° 24' de longitude Oeste e altitude de 674 metros. A área de coleta foi composta por 80 ha, onde foram georreferenciados 138 pontos, formando o "grid" amostral (Figura 1).

O clima predominante da área experimental é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por um período seco de maio a setembro e outro chuvoso que se estende de outubro a abril. Apresenta temperatura média anual de 23,1 oC e precipitação anual de 2.136 mm. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura média/argilosa. Avaliou-se a distribuição espacial do teor de argila na área de estudo (Figura 1).

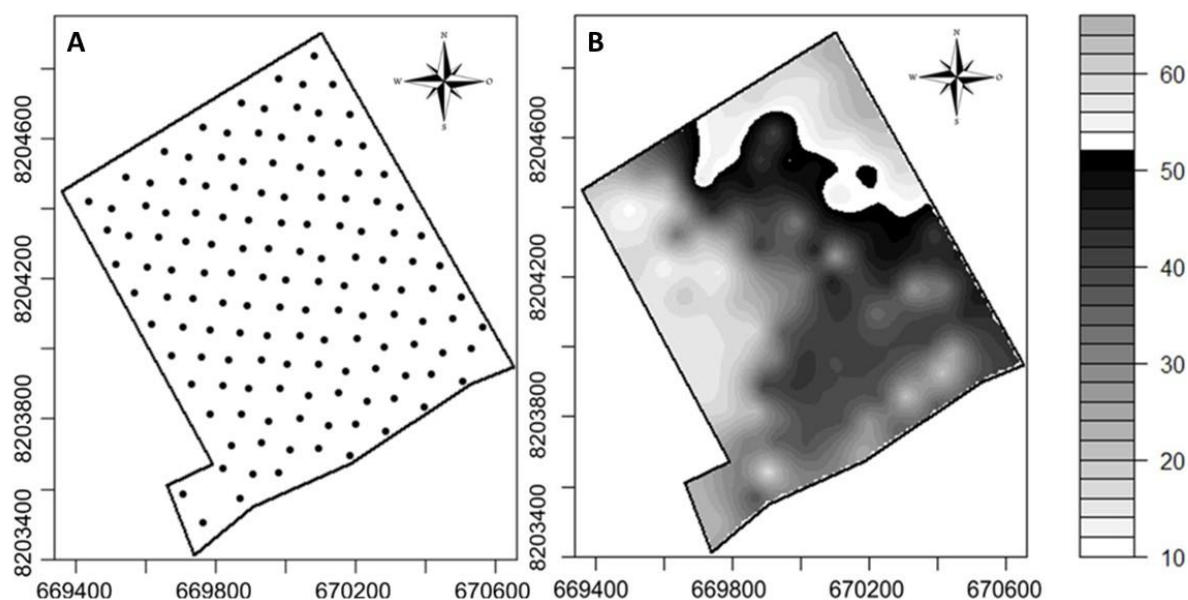


Figura 1. (A) Malha georeferenciada com os 138 pontos amostrais para coleta de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e (B) mapa de distribuição espacial de argila em campo de produção. Fazenda Colibri - Santo Antônio de Leverger/MT.

Utilizou-se o cultivar de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] TMG 1179 RR, planta transgênica, apresentando o gene de resistência ao herbicida glyphosate, com ciclo médio de maturação, hábito de crescimento determinado e recomendada para cultivo no estado de Mato Grosso.

A semeadura ocorreu em espaçamento de 0,45 m entre fileiras, com densidade de 16 plantas m<sup>-1</sup> linear e população final de 348.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A área de cultivo mantém o sistema de plantio direto sobre palhada de milho há 10 anos.

A coleta do material vegetal foi realizada por ocasião da colheita, em cada ponto georreferenciado, retirando-se todas as plantas presentes em três linhas de semeadura, com 1m de comprimento cada.

As plantas colhidas foram levadas ao Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso para a retirada das vagens e debulha de forma manual, para obtenção da amostra de sementes.

Os teores percentuais de proteína e óleo nas amostras foram determinados em sementes de soja íntegras pela técnica da Refletância do Infravermelho Próximo (NIR) segundo Heil (2010). As sementes inteiras e limpas de cada amostra foram submetidas a leituras em triplicata, com equipamento Analisador NIR Spectra Alyzer, modelo Premium, marca Zeutec, dotado de esfera de integração com resolução de 4 cm<sup>-1</sup>, média de 32 scans e background a cada leitura. Para a predição, foram utilizados modelos matemáticos desenvolvidos pelo Núcleo de Tecnologia em Armazenagem da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso em 2012/2014 para teores de proteína (393 padrões, Coeficiente de Correlação (r)= 0,85, Erro Padrão da Calibração (RMSEC) =0,90 e óleo (177 padrões, Coeficiente de Correlação (r)= 0,65, Erro Padrão da Calibração (RMSEC) =0,68.

Os parâmetros estatísticos de mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação, foram obtidos com o objetivo de verificar a existência de tendência central e dispersão dos dados. Para caracterizar a variabilidade espacial dos teores de proteína e óleo das sementes, os dados foram analisados utilizando semivariograma experimental com o estimador clássico, de acordo com Burrough e McDonnell (1998). O modelo de semivariograma utilizado foi o esférico, ajustado ao método Quadrados Mínimos Ordinários (Ordinary Least Square – OLS). A dependência espacial das variáveis foi estimada pela relação  $(c_0/c_0+c_1) \times 100$ , de acordo com Cambardella et al. (1994), que utilizaram o grau de dependência espacial (GDE) para classificar tal dependência em forte (GDE < 25%), moderada (26% < GDE < 75%) e fraca (GDE > 75%).

Comprovada a dependência espacial realizou-se a interpolação pelo método de krigagem ordinária para estimar valores em locais não medidos. A análise geoestatística foi efetuada com o uso do software R, pacote geoR, versão 3.2.0. (Diggle e Ribeiro Junior, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos teores de proteína e óleo analisados pela estatística descritiva encontram-se na Tabela 1.

Os valores médios de proteína e óleo foram de 35,93% e 20,66%, respectivamente, enquadrando-se na faixa observada por alguns estudos citados a seguir, nos quais se verificou que maior parte das áreas semeadas com soja em Mato Grosso utiliza cultivares com valores médios de proteína de 36,70% (Fundação MT, 2010). Valores corroborados por Greggio e

Bonini (2014) em que as sementes de soja coletadas em Mato Grosso apresentaram 36,09% de proteína e 21,31% de óleo.

**Tabela 1.** Estatística descritiva dos teores de proteína e óleo avaliados em sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] colhidas na Fazenda Colibri - Santo Antônio de Leverger, MT.

Atributos	Mínimo	Máximo	Média	S	CV
	Teor Proteína (%)	32,00	40,04	35,93	1,63
Teor óleo (%)	18,16	22,36	20,66	0,73	3,54

S - desvio-padrão; CV - coeficiente de variação.

Zambiazzi et al. (2017) estudando aplicações da adubação potássica na cultura da soja e a relação entre a qualidade física, nutricional e sanitária de grãos, verificaram teor de óleo de 20,23% para a cultivar TMG 1179 RR, valor muito próximo ao encontrado neste estudo. Tal resultado levou os autores a concluir que condições do ambiente, relacionadas a disponibilidade de nutrientes no solo, proporcionam alteração na composição química das sementes com incremento no teor de óleo.

Na análise dos dados utilizando a geoestatística, os semivariogramas ajustados para os teores de proteína e óleo foram representados na Figura 2. Os resultados indicam que os teores de proteína e óleo apresentaram dependência espacial, ajustando-se ao modelo esférico. Grande parte dos trabalhos em geoestatística utilizam deste modelo para o ajuste dos semivariogramas (Cambardella et al., 1994; Reichert et al., 2008; Dinardo-Miranda e Fracasso, 2009; Mondo et al., 2012; Noetzold et al., 2014).

O grau de dependência espacial (GDE) foi moderado para os atributos analisados, com valores de 39,92%, para o teor de proteína, e 40,81% para o teor de óleo. Os teores avaliados apresentaram variabilidade e seguiram padrões espaciais bem definidos, com alcances entre 414,92 e 249,99 m, para o teor de proteína e óleo, respectivamente. O alcance representa a zona de influência de uma observação, refletindo o grau de homogeneidade entre as amostras, de forma que quanto maior o valor, mais homogêneo será o processo em estudo (Andriotti, 2013). Neste contexto, valores de alcance são fundamentais no planejamento de futuras amostragens, permitindo dimensionar grades e estimar o número de pontos a serem amostrados (Souza et al., 2006).

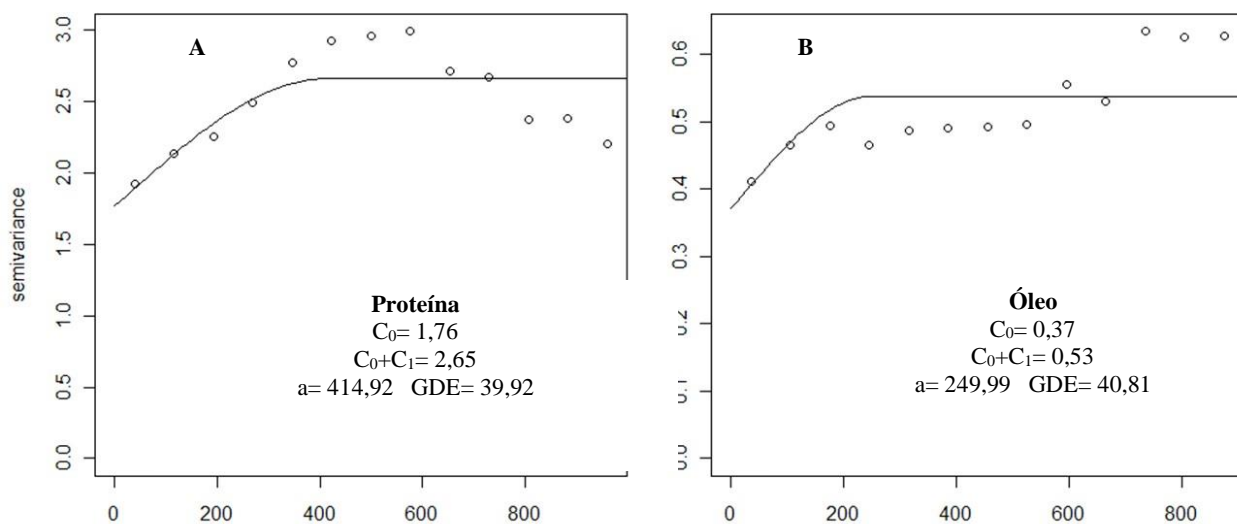
A partir dos semivariogramas ajustados, realizou-se a interpolação pelo método da krigagem ordinária por pontos, para a estimação de valores não medidos e construção dos mapas de distribuição espacial (Figura 3).

Ao analisar os mapas, é possível perceber tendências de distribuição dos teores de proteína e óleo na área de estudo, apresentando maiores e menores concentrações em locais específicos. Em relação ao comportamento da distribuição do teor de proteína nas sementes, observa-se uma faixa de menor concentração principalmente na parte central do talhão. Sobre o comportamento verificado para o teor de óleo, a distribuição ocorreu de forma mais homogênea ao longo do talhão, com

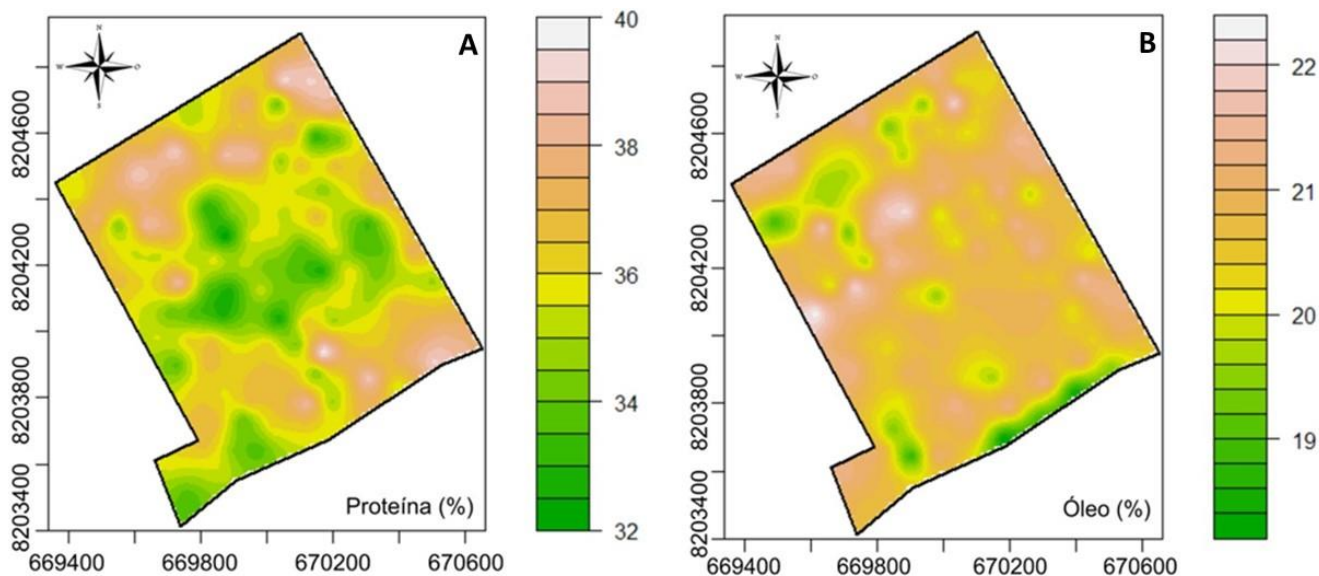
alguns pontos de menor concentração na porção norte e extremo sul do campo de produção (Figura 3).

Segundo Mattioni et al. (2012) os mapas de dependência espacial permitem localizar as áreas com problemas e testar a eficiência das práticas utilizadas para solucioná-las, indicando

que podem eficientemente ajudar na identificação e estabelecimento de zonas de manejo na lavoura de soja, que possibilitem a adoção de tratamentos diferenciados, de acordo com as necessidades específicas do solo e da planta.



**Figura 2.** Semivariogramas esféricos ajustados ao método OLS com seus respectivos parâmetros ( $C_0$ = efeito pepita;  $C_0+C_1$ = patamar;  $a$ = alcance (m); GDE= grau de dependência espacial (%)), referentes aos teores de proteína (A) e óleo (B) das sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Fazenda Colibri - Santo Antônio de Leverger, MT.



**Figura 3.** Mapas de krigagem referentes aos teores de proteína (A) e óleo (B) avaliados nas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Fazenda Colibri - Santo Antônio de Leverger, MT.

## CONCLUSÕES

1. Existe dependência espacial dos teores de proteína e óleo avaliados nas sementes de soja.
2. Existe variabilidade espacial dos teores de proteína e óleo avaliados nas sementes de soja, possibilitando que a área seja dividida em zonas de manejo.

3. A avaliação da qualidade bioquímica das sementes pode indicar parâmetros para o setor de melhoramento genético na escolha do material a ser utilizado nas próximas safras na área de produção.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIOTTI, J. L. S. Fundamentos de estatística e geoestatística. São Leopoldo: Unisinos, 2013. 165p.
- BURROUGH, P. A., MCDONNELL, R.A. Principles of geographical information systems. Oxford. University Press. 1998. 333p.
- CAMBARDELLA, C. A., MOORMAN, T. B., NOVARK, J. L., 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, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP. 2012. 590p.
- CAVALCANTE, A. K.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T. Determinação e avaliação do teor de óleo em sementes de soja pelos métodos de ressonância magnética nuclear e soxhlet. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 8-15, 2011.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.27, n.2, p.172-181, 2005.
- DIGGLE, P. J.; RIBEIRO J. R. P. Model-based geostatistics, USA: Springer Series in Statistics. 2007.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J. V. Spatial distribution of plant-parasitic nematodes in sugarcane fields. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 188-194, 2009.
- FUNDAÇÃO MT. Boletim de pesquisa da soja 2010. XIV Edição. Rondonópolis. 2010. 418p.
- GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Qualidade do grão de soja relacionada com o teor de acidez do óleo. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, Maringá, v.7, n.3, p. 645-658, 2014.
- HEIL, C. Rapid, multi-component analysis of soybeans by FT-NIR Spectroscopy. Madison: Thermo Fisher Scientific. 2010. 3p.
- MATTIONI, N. M.; SCHUCH, L. O. B.; VILLELA, F. A.; MERTZ, L. M. PESKE, S. T. Soybean seed size and quality as a function of soil compaction. Seed Science and Technology, v. 40, p. 333-343, 2012.
- MINUZZI, A.; RANGEL, M. A. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MORA, F.; ROBAINA, A. D. Rendimento, teores de óleo e proteínas de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1047-1054, 2009.
- MONDO, V. H. V.; GOMES JUNIOR, F. G.; PINTO, T. L. F.; MARCHI, J. L.; MOTOMIYA, A. V. A.; MOLIN, J. P.; CICERO, S. M. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193-201, 2012.
- NOETZOLD, R.; ALVES, M. C.; CASSETARI NETO, D.; MACHADO, A. Q. Variabilidade espacial de *Colletotrichum truncatum* em campo de soja sob três níveis de sanidade de sementes. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 16-23, 2014.
- REICHERT, J. M., DARIVA, T. A., REINERT, D. J., SILVA, V. R. Variabilidade espacial de Planossolo e produtividade de soja em várzea sistematizada: análise geoestatística e análise de regressão. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 981-988, 2008.
- RODRIGUES, J. I. S.; MIRANDA, F. D.; FERREIRA, A.; BORGES, L. L.; FERREIRA, M. F. S.; GOOD-GOD, P. I. V.; PIOVESAN, N. D.; BARROS, E. G.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, M. A. Mapeamento de QTL para conteúdos de proteína e óleo em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, p. 472-480, 2010.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R. Otimização amostral de atributos de latossolos considerando aspectos solo-relevo. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 829-836, 2006.
- ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 40, n. 3, p. 543-553, 2017