

## Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja

Nilson M. Mattioni<sup>1</sup>, Luis O. B. Schuch<sup>2</sup>, Francisco A. Villela<sup>2</sup>, Humberto D. Zen<sup>1</sup> & Liliane M. Mertz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia, Avenida Roraima, s/n, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil. E-mail: nilsonmattioni@gmail.com; humbertozen@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, CEP 96010-900, Pelotas-RS, Brasil. Caixa Postal 354. E-mail: lobs@ufpel.edu.br; francisco.villela@ufpel.edu.br

<sup>3</sup> Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta, CEP 86001-970, Londrina-PR, Brasil. Caixa Postal 231. E-mail: lillianemertz@yahoo.com.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar, através de ferramentas da agricultura de precisão, a variabilidade da fertilidade do solo em campos de produção de sementes de soja e o efeito na qualidade fisiológica das sementes produzidas. Inicialmente, foi estabelecido um *grid* de amostragem de 1 ponto por hectare onde foram realizadas as coletas de amostras de solo e de sementes. No solo foram determinados teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (%), argila (%), saturação de bases (%), saturação por alumínio (%), pH em água e CTC efetiva (CTC). Realizou-se a avaliação da qualidade fisiológica das sementes por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas. A partir dos dados obtidos foram gerados os mapas de interpolação e a análise de correlação entre os fatores estudados. Observou-se a existência de variabilidade espacial em diferentes intensidades para os atributos químicos do solo avaliados e a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Além disso, o incremento de Ca e da CTC<sub>efetiva</sub> contribuiu positivamente para a germinação de sementes de soja, enquanto a saturação por Al do solo afeta negativamente o vigor.

**Palavras-chave:** agricultura de precisão, *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade de sementes

### *Soil fertility on the physiological quality of soybean seeds*

### ABSTRACT

This study aimed to determine the variability of soil fertility in the fields of seed production and its effect on seed physiological quality of soybean seeds by precision agriculture tools. A sampling grid of 1 point per hectare was established, where soil and seed samples were collected. In soil samples were determined the concentrations of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), organic matter (%), clay contents (%), bases saturation (%), aluminum saturation (%), pH and cation exchange capacity (CEC). Seed quality was evaluated by germination test, first count of germination, accelerated aging and seedling emergence. From the obtained data, interpolation maps were created, besides correlation analysis among the factors studied. Soil properties evaluated, as well as the seed physiological quality showed spatial variability at different concentrations. Furthermore, the increase of Ca and effective CEC positively affect the germination of soybean seeds, while Al saturation of the soil adversely affects the soybean seeds vigor.

**Key words:** precision agriculture, *Glycine max* (L.) Merrill, seed quality

## Introdução

Os campos de produção de sementes estão sujeitos a uma série de fatores que podem influenciar a qualidade final das sementes produzidas, dentre os quais a fertilidade do solo. Efeitos positivos da adubação fosfatada na qualidade fisiológica de sementes de soja já foram constatados por Guerra et al. (2006). De acordo com Mondo et al. (2012), o conteúdo de material orgânico (MO) tem correlação positiva com a germinação das sementes produzidas ao passo que o conteúdo de manganês (Mn) e cobre (Cu) apresenta correlação negativa. Abrantes et al. (2010) verificaram que a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura em *Panicum miliaceum*, proporciona a produção de sementes com maior IVE e maior porcentagem de emergência em campo.

Embora exista uma estreita relação entre a quantidade de nutrientes aplicados à planta-mãe e sua posterior determinação na semente, essa mesma tendência não é, muitas vezes, constatada em relação à qualidade das sementes pelos testes rotineiros de avaliação (Peske & Barros, 2012). Em trabalho conduzido por Salum et al. (2008), observou-se que o aumento do teor de P no solo não beneficia a qualidade fisiológica das sementes mas pode alterar o teor do nutriente em sementes de *Phaseolus vulgaris*. Ainda de acordo com Prando et al. (2012), a aplicação de N em cobertura não alterou a qualidade fisiológica das sementes de diferentes genótipos de *Triticum aestivum*.

Outro fator que deve ser considerado é a existência da variabilidade existente nos atributos químicos do solo a qual, muitas vezes, apresenta dependência espacial, ou seja, não é puramente aleatória. Essa variabilidade pode ser ocasionada por diversos fatores, desde a forma de preparo do solo até a heterogeneidade do próprio material de origem (Cavalcante et al., 2007; Dalchiavon et al., 2012). O advento do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e a utilização de técnicas geoestatísticas tornam possível a compreensão da variabilidade espacial das características do solo e das plantas possibilitando a partir de dados amostrados, inferir valores a pontos intermediários utilizando-se as técnicas do semivariograma e da interpolação (Rosalen et al., 2011).

Ao estudar a variabilidade espacial da fertilidade do solo e sua relação com a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas, Mondo et al. (2012) constataram que as variáveis analisadas apresentaram dependência espacial leve a moderada, sendo que essa variabilidade nas características químicas do solo pode influenciar o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estudar a variabilidade da fertilidade do solo em um campo de produção de sementes de soja e o efeito na qualidade fisiológica das sementes produzidas.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado em campo de produção de sementes de soja de 60,6 ha, localizado no município de Não-Me-Toque, RS (28°30'00" S e 52°53'55" O). O experimento foi realizado durante a estação de cultivo 2008/09, através

do sistema de manejo do solo de plantio direto (SPD), com rotação de culturas com cultivo de soja e milho no verão, em sucessão com trigo, cevada e culturas de cobertura no inverno.

Com o auxílio de um GPS de navegação, foram demarcados os vértices da área para posterior geração do mapa de contorno e da malha de amostragem. Os pontos amostrais foram espacializados de 100 × 100 m, caracterizando um ponto por hectare, utilizando-se software "Sistema Agropecuário CR - Campeiro 6" (Giotto et al., 2004).

A amostragem para determinação dos atributos químicos de solo foi realizada um dia antes da semeadura da área, coletando-se uma amostra média (composta de 12 sub-amostras) por ponto amostral. Por se tratar de uma área de SPD consolidado as amostras foram coletadas na profundidade de 0 - 10 cm, conforme indicado pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC - CQFS-RS/SC (2004),

As amostras de solo coletadas foram secadas em estufa a 65 °C, moídas e tamizadas em malha de 2,0 mm. Os atributos analisados foram: teor de argila, pH em água, fósforo (P) e potássio (K) disponíveis (Mehlich<sup>-1</sup>) determinados por colorimetria e fotometria de chama. O Ca<sup>2+</sup> e o Mg<sup>2+</sup> foram determinados por meio de espectrofotometria de absorção atômica e o Al<sup>3+</sup> utilizado para determinação da saturação Al, determinado por meio de titulação com NaOH 0,0125 N; a determinação de H + Al, foi realizada através do método pH-SMP.

Calculou-se a CTC efetiva e se determinou o teor de MO do solo, conforme procedimentos descritos por Tedesco et al. (1995); foi calculado, também, a saturação por bases. Os resultados da análise de solo foram usados para elaboração dos modelos digitais (mapas) específicos para cada atributo químico do solo.

Com vista à determinação da qualidade fisiológica das sementes, foram coletadas as plantas em quatro parcelas de 1,0 m<sup>2</sup> cada mas, sendo que as quatro subamostras formaram a amostra média de cada ponto. Para demarcação das áreas a serem colhidas considerou-se o ponto da malha de amostragem como ponto central, no qual foi coletada uma subamostra e as outras três foram coletadas em um raio de 10 m a partir do ponto central, sendo o ângulo entre cada raio de 120°.

A qualidade fisiológica das sementes foi determinada através dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes seguindo-se a metodologia descrita nas regras para análise de sementes - RAS (Brasil, 2009). O teste de primeira contagem foi efetuado de forma concomitante ao teste padrão de germinação considerando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira avaliação (quinto dia após a semeadura). O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido pelo método do *gerbox* (Panobianco & Marcos Filho, 1998) e a avaliação da emergência de plântulas foi realizada em bandejas, com quatro repetições de 20 sementes utilizando-se, como substrato, vermiculita. As bandejas permaneceram incubadas na temperatura de 25 °C sendo a avaliação realizada cinco dias após a semeadura.

Os resultados das análises de atributos do solo e da qualidade fisiológica das sementes foram utilizados para elaboração

de modelos digitais (mapas) com o software “Sistema Agropecuário CR - Campeiro 6”. O método geoestatístico de interpolação foi a krigagem, com raio máximo de pesquisa de 150 m.

Os coeficientes de correlação obedeceram ao método de Pearson, ao nível de probabilidade de 5%.

## Resultados e Discussão

Os resultados dos atributos químicos do solo mostraram a não homogeneidade dos fatores estudados (Tabela 1 e Figura 1). Entre os macronutrientes, os teores de P apresentaram os valores mínimos, máximos e médios de 6,2, 40,0 e 24,0 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e um coeficiente de variação (CV) de 29,5%, demonstrando a existência de uma alta variabilidade espacial, sendo este um indicador da existência de heterogeneidade nos dados, semelhante aos resultados encontrados por (Montanari et al., 2008).

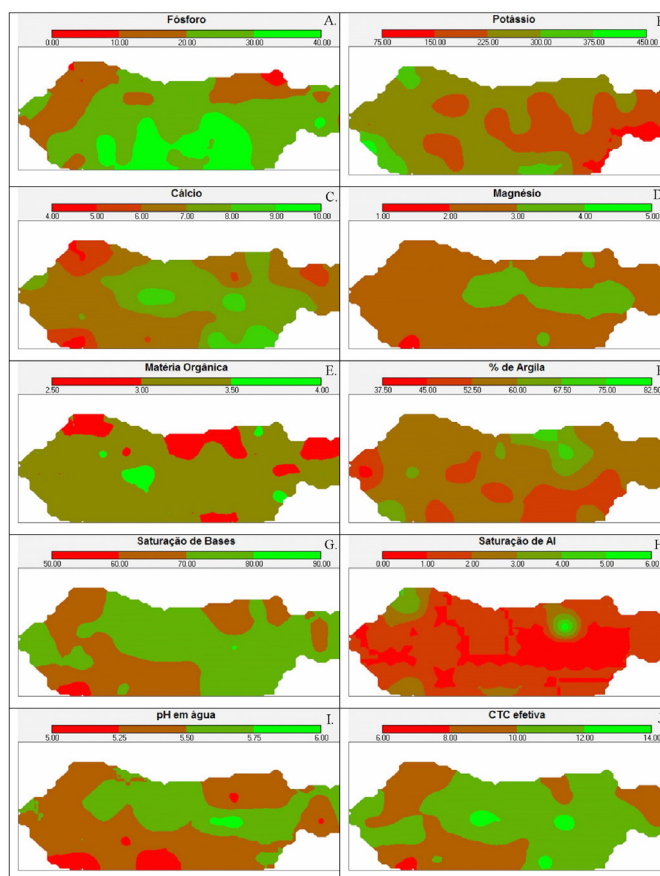
Os teores de K também apresentaram variabilidade espacial, porém, nenhum ponto da área se encontrou abaixo do teor crítico (CQFS-RS/SC, 2004), sendo 142, 426 e 234 mg dm<sup>-3</sup> os valores mínimos, máximos e a média, respectivamente (Tabela 1). O CV foi de 24,1%, demonstrando alta variabilidade, assim como nos estudos de Cavalcante et al. (2007) que, avaliando os teores de P e K em diferentes profundidades, encontraram um CV alto (> 24%) em todos os sistemas de usos e manejos estudados.

**Tabela 1.** Valores máximos, mínimos, médios e coeficiente de variação (CV) dos atributos químicos de solo e da qualidade fisiológica das sementes provenientes de um campo de produção de soja localizado no município de Não-Me-Toque, RS, na safra 2008/09

|   | Máximo | Mínimo | Médio | CV (%) |
|---|--------|--------|-------|--------|
| P (mg dm <sup>-3</sup> )                          | 40     | 6,2    | 23,9  | 29,5   |
| K (mg dm <sup>-3</sup> )                          | 426    | 142    | 233,6 | 24,0   |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )          | 8,9    | 4,6    | 6,9   | 12,8   |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )          | 3,8    | 1,8    | 2,7   | 12,2   |
| Matéria orgânica (%)                              | 3,7    | 2,8    | 3,2   | 7,0    |
| Argila (%)  | 74     | 42     | 55,6  | 9,7    |
| Saturação por bases (%)                           | 81     | 56     | 71    | 6,9    |
| Saturação por Al (%)                              | 6,0    | 0,0    | 1,2   | 70,4   |
| pH água   | 5,9    | 5,1    | 5,4   | 3,0    |
| CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 13,1   | 7,4    | 10,4  | 10,4   |
| Germinação (%)                                    | 93     | 61     | 80    | 8,4    |
| Primeira contagem (%)                             | 57     | 37     | 75    | 13,24  |
| Envelhecimento acelerado (%)                      | 89     | 30     | 62    | 19,01  |
| Emergência (%)                                    | 90     | 65     | 80    | 6,95   |

Com relação ao Ca e Mg, observou-se variabilidade espacial média com um CV de 12,8 e 12,2%, respectivamente (Tabela 1). Esses elementos apresentaram mapas semelhantes com coincidência espacial das zonas com maiores e menores teores (Figura 1). Este efeito pode ser atribuído à aplicação de ambos os nutrientes na forma de calcário, em dose fixa para toda a área. Porém, segundo a CQFS-RS/SC (2004), todas as zonas da área estudada estão com teores estimados altos de Ca e Mg.

Os teores de argila da área apresentaram baixa variabilidade espacial, com um CV de 9,8%. Os dados apresentaram um valor mínimo de 42% e máximo de 74%, sendo que a área possui, em média, 56% de argila (Tabela 1). Pôde-se identificar, na área, duas texturas de solo, classificadas textura 1 as zonas com teores de argila entre 41 = 60% e textura 2 as zonas com teores



**Figura 1.** Mapa da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo: (A) fósforo e (B) potássio em (mg dm<sup>-3</sup>) e (C) cálcio e (D) magnésio em (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); (E) matéria orgânica, (F) argila, (G) saturação por bases e (H) saturação por Al em (%); (I) pH em água e (J) CTC efetiva, em campo de produção de sementes de soja localizado no município de Não-Me-Toque (RS), na safra 2008/2009

de argila maiores de 60% (CQFS-RS/SC (2004)). Os minerais coloidais encontrados na fração argila, como caulinita, gibbsita, hematita, goetita e minerais 2:1, são responsáveis por importantes reações físicas e químicas dos solos, como a adsorção de íons da solução do solo (Broggi et al., 2011). Solos que possuem elevados teores de argila, óxidos de ferro (Fe) e Al, que insolubilizam o P interferindo na absorção do nutriente pelas plantas. De acordo com Santos et al. (2008), a contribuição percentual do P previamente adsorvido da camada superficial dos solos sob SPD foi inversamente proporcional ao seu teor de argila e óxidos de Fe, confirmando que a magnitude da adsorção depende da quantidade de constituintes com capacidade de adsorver moléculas neutras ou carregadas eletricamente. Ainda conforme Silva et al. (2010), áreas com maiores teores de argila apresentam menor disponibilidade de P e, portanto, a variação textural existente no solo deve ser considerada no estabelecimento de doses desse nutriente.

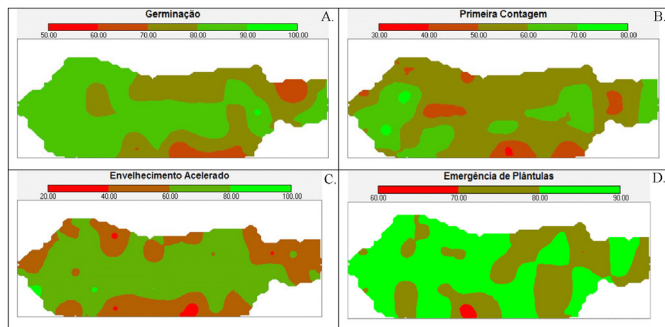
O pH em água e a saturação por Al apresentaram baixa e alta variabilidade espacial, com coeficientes de variação de 3,0 e 70,4%, respectivamente; para o pH em água obtiveram-se valores mínimos, máximos e médio de 5,1, 5,9 e 5,4 (Tabela 1), caracterizando zonas com pH baixo, 5,1 a 5,4, e médio, 5,5 a 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004). Os valores da saturação por Al ficaram entre zero e 6%, situados dentro de valores aceitáveis para o desenvolvimento adequado das culturas.

Os dados da CTC efetiva mostraram variabilidade espacial baixa, com um CV de 10,5% e com valores mínimos de 7,6%, máximos de 13,1% e médios de 10,4% (Tabela 1). Segundo CQFS-RS/SC (2004), a CTC é o número total de cátions trocáveis que um solo pode reter, sabendo-se que a maioria dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas é de cátions e em zonas com maior CTC ocorre maior disponibilização de nutrientes do solo, produzindo sementes com qualidade fisiológica superior.

A saturação por bases apresentou variabilidade baixa, com CV de 6,9%, e valor mínimo, máximo e médio de 56, 81 e 71%, respectivamente. Para os valores de matéria orgânica observou-se um CV de 7,1%, com porcentagem mínima, média e máxima de 2,8, 3,2 e 3,7%.

A qualidade fisiológica das sementes também apresentou variabilidade espacial (Tabela 1, Figura 1), concordando com Mondo et al. (2012), os quais, estudando a variabilidade da fertilidade do solo e da qualidade fisiológica de sementes de soja, observaram dependência espacial para a germinação e envelhecimento acelerado. A média de germinação foi de 80%, porém, com os valores variando entre 61 e 93% e um CV de 8,5%, considerado baixo (Figura 2, Tabela 1). No teste de emergência de plântulas os valores foram semelhantes ao teste de germinação, sendo 65, 90 e 89% os valores mínimo, máximo e médio, respectivamente, com baixa variabilidade (CV=7,0%).

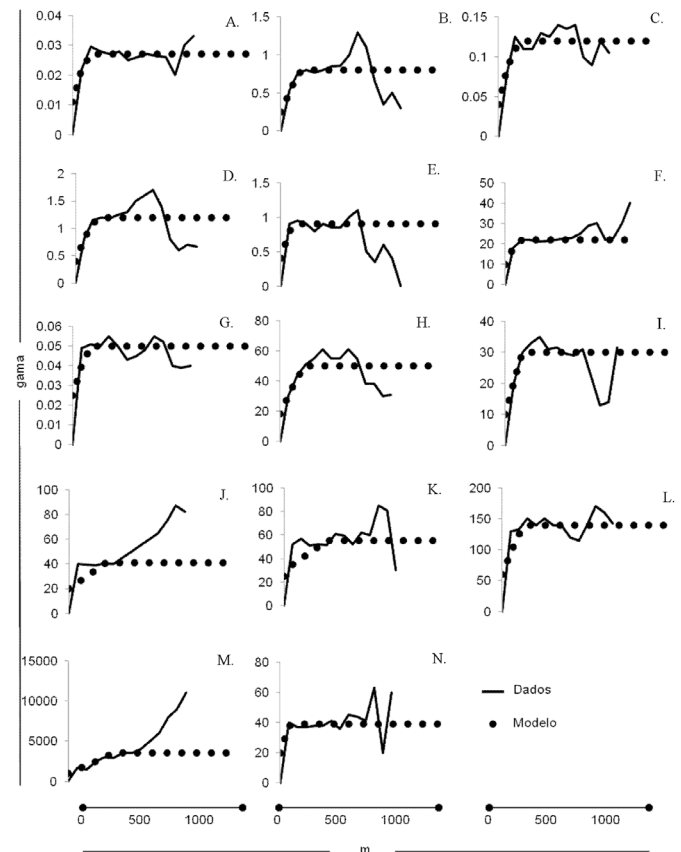
Os testes de vigor apresentaram variabilidade média, com CV de 13,2 e 19,0% para o teste de primeira contagem e envelhecimento acelerado, respectivamente (Tabela 1). O teste



**Figura 2.** Mapa da variabilidade espacial da qualidade fisiológica das sementes de soja: A. Germinação %; B. primeira contagem da germinação %; C. envelhecimento acelerado % e D. emergência de plântulas (%), oriundas de um campo de produção de sementes, localizado no município de Não-Me-Toque, RS, na safra 2008/2009

da primeira contagem da germinação apresentou um valor médio de 57%, porém variando de 37% a 75%. Resultado semelhante foi observado no teste de envelhecimento acelerado, sendo 30, 89 e 62% os valores mínimos, máximos e médios.

Entre os atributos do solo, somente o teor de Ca e a CTC efetiva apresentaram coeficiente de correlação significativo com o percentual de germinação das sementes (Tabela 2). Para os demais testes de vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência) não foram observadas correlações significativas mas, o vigor das sementes na primeira contagem



**Figura 3.** Semivariogramas unidirecionais ajustados pelo modelo esférico para: A. Saturação por Bases; B. pH; C. CTC efetiva; D. Cálcio; E. Potássio; F. Magnésio; G. Fósforo; H. Matéria Orgânica; I. Saturação por Al; J. % de Argila do solo; K. Germinação; L. Primeira Contagem; M. envelhecimento acelerado e N. Emergência de sementes de soja. Amostras oriundas de um campo de produção de sementes, localizado no município de Não-Me-Toque, RS, na safra 2008/2009

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação entre os atributos químicos do solo e a qualidade fisiológica de sementes de soja oriundas de um campo de produção de sementes localizado no município de Não-Me-Toque, RS, na safra 2008/2009

| Fator                                    | Germinação (%)      | Primeira Contagem (%) | Envelhecimento Acelerado (%) | Emergência (%)      |
|--|---------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|
| P (mg dm <sup>-3</sup> )                 | -5,5 <sup>ns</sup>  | -12,4 <sup>ns</sup>   | -1,3 <sup>ns</sup>           | -10,0 <sup>ns</sup> |
| K (mg dm <sup>-3</sup> )                 | -5,7 <sup>ns</sup>  | -16,7 <sup>ns</sup>   | 1,0 <sup>ns</sup>            | -1,5 <sup>ns</sup>  |
| Ca (cmol <sub>e</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 38,7 <sup>*</sup>   | -7,6 <sup>ns</sup>    | 8,2 <sup>ns</sup>            | 3,6 <sup>ns</sup>   |
| Mg (cmol <sub>e</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 23,0 <sup>ns</sup>  | 6,7 <sup>ns</sup>     | 1,5 <sup>ns</sup>            | 0,6 <sup>ns</sup>   |
| Matéria Orgânica (%)                     | 6,5 <sup>ns</sup>   | -10,8 <sup>ns</sup>   | -2,9 <sup>ns</sup>           | -3,8 <sup>ns</sup>  |
| Argila (%)                               | -13,0 <sup>ns</sup> | 10,7 <sup>ns</sup>    | -6,5 <sup>ns</sup>           | -7,6 <sup>ns</sup>  |
| Saturação por Bases (%)                  | 21,3 <sup>ns</sup>  | 5,8 <sup>ns</sup>     | 3,2 <sup>ns</sup>            | 3,0 <sup>ns</sup>   |
| Saturação por Al (%)                     | -22,0 <sup>ns</sup> | -26,2 <sup>**</sup>   | -16,0 <sup>ns</sup>          | -3,5 <sup>ns</sup>  |
| pH água                                  | 19,2 <sup>ns</sup>  | 9,8 <sup>ns</sup>     | 4,9 <sup>ns</sup>            | 11,4 <sup>ns</sup>  |
| CTC efetiva                              | 36,1 <sup>*</sup>   | -8,9 <sup>ns</sup>    | 5,8 <sup>ns</sup>            | 2,5 <sup>ns</sup>   |

Correlações obtidas com 60 pontos amostrais pelo método de Pearson em nível de 5% de probabilidade. Ns = não significativo. \* = significativo

da germinação mostrou correlação negativa significativa (-26,2) com a saturação por Al (Tabela 2), demonstrando que o incremento de Al no solo influencia negativamente a qualidade fisiológica das sementes.

Com relação à dependência espacial, verificou-se que tanto para os atributos químicos do solo como para a qualidade fisiológica das sementes, a análise dos semivariogramas permite inferir que o *grid* de amostragem de um ponto por hectare foi eficiente para obtenção de amostras representativas (Figura 3).

Segundo Vieira (2000), amostras separadas por distâncias menores que o alcance são correlacionadas umas às outras, o que permite que se façam interpolações para espaçamentos menores que os amostrados. Portanto, com base no *grid* amostral utilizado os alcances maiores que 100 m significam que os mapas gerados ilustram a variabilidade existente na área dos fatores estudados.

## Conclusões

Os atributos do solo estudados e a qualidade fisiológica das sementes apresentam variabilidade espacial de diferentes intensidades.

O incremento de Ca e da CTC<sub>efetiva</sub> contribui positivamente para a germinação de sementes de soja enquanto que a saturação por Al do solo afeta negativamente o vigor.

## Literatura Citada

- Abrantes, F. L.; Kulczynski, S. M.; Soratto, R. P.; Barbosa, M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.3 p.106-115, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000300012>>.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- Broggi, F.; Oliveira, A. C.; Freire, F. J.; Freire, M. B. G. S.; Nascimento, C. W. A. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. *Ciência e Agrotecnologia*. v.35, n.1, p.77-83, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100009>>.
- Cavalcante, E. G. S.; Alves, M. C.; Pereira, G. T.; Souza, Z. M. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. *Ciência Rural*, v.37, n.2, p.394-400, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000200015>>.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC - CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- Dalchiavon, F. C.; Carvalho, M. P.; Andreotti, M.; Montanari, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob sistema plantio Direto. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p.453-461, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000300006>>.
- Giotto, L.; Robaina, A. D.; Sulzbach, L. A agricultura de precisão com o sistema CR Campeiro5. Santa Maria: UFSM, 2004. 330p.
- Guerra, C. A.; Marchetti, M. E.; Robaina, A. D.; Souza, L. C. F.; Gonçalves, M. C.; Novelino, J. O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.28, n.1, p. 91-97, 2006. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i1.1678>>.
- Mondo, V. H. V.; Gomes Junior, F. G.; Pinto, T. L. F.; Marchi, J. L.; Motomiya, A. V. A.; Molin, J. P.; Cícero, S. M. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, n.2, p.193-201, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000200002>>.
- Montanari, R.; Pereira, G. T.; Marques Júnior, J.; Souza, Z. M.; Pazeto, R. J.; Camargo, L. A. Variabilidade espacial de atributos químicos em latossolo e argissolos. *Ciência Rural*, v.38, n.5, p.1266-1272, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000500010>>.
- Panobianco, M.; Marcos Filho, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, v.20, n.2, p.306-310, 1998. <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n2/artigo11.pdf>>. 22 Jun. 2013.
- Peske, S. T.; Barros, A. C. S. A. Produção de sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. (Eds.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos, Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012. p.96-138.
- Prando, A. M.; Zucareli, C.; Fronza, V.; Oliveira, E. A. P.; Panoff, B. Formas de uréia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, n.2, p.272-279, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000200012>>.
- Rosalen, D. L.; Rodrigues, M. S.; Chioderoli, C. A.; Brandão, F. J. C.; Siqueira, D. S. GPS receivers for georeferencing of spatial variability of soil attributes. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.6, p.1162-1169, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000600013>>.
- Salum, J. D.; Zucareli, C.; Gazola, E.; Nakagawa, J. Características químicas e fisiológicas de sementes de feijão em função do teor de fósforo na semente e doses de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.1, p.140-149, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000100018>>.
- Santos, D. R.; Gatiboni, L. C.; Kaminski, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema de plantio direto. *Ciência Rural*, v.38, n.2, p.576-586, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000200049>>.
- Silva, S. A.; Lima, J. S. S.; Souza, G. S.; Oliveira, R. B.; Silva, A. F. Variabilidade espacial do fósforo e das frações granulométricas de um Latossolo Vermelho Amarelo. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.1, p.1-8, 2010. <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/442>>. 22 Jun. 2013.

- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Faculdade de Agronomia, 1995. 174p.
- Vieira, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Schaefer, C. E. G. R. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.