

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO EM UM CAMPO DE PRODUÇÃO

MARCIABELA F. CORREA¹, RENAN NAVROSKI², CÉSAR I. S. CASTELLANOS³,
GIZELE I. GADOTTI⁴, LUIS O. B. SCHUCH⁵

¹ Eng^a. Agrônoma, Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes. FAEM/UFPel, Pelotas – RS, Fone: (053)99283275, marciabelafc@yahoo.com.br

² Acadêmico de Agronomia, FAEM/UFPel, Pelotas – RS.

³ Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes. FAEM/UFPel, Pelotas – RS.

⁴ Eng^a. Agrícola, Prof^a. Doutora, CEng/UFPel, Pelotas – RS.

⁵ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel, Pelotas – RS.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A variação da qualidade fisiológica de sementes dentro de um campo de produção pode trazer prejuízos para os sementeiros, por tanto objetivou-se no presente trabalho, caracterizar a distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em um campo de produção comercial de sementes de 37,8 ha localizado no município de Lavras do Sul – RS. A amostragem foi realizada usando um grid de 100 x 100m, coletando-se quatro subamostras de 1m² em cada um dos 41 pontos georreferenciados no grid. A análise geoestatística permitiu concluir que a porcentagem de germinação (G%), o teste de envelhecimento acelerado (EA%) e a emergência a campo (EC%) das sementes produzidas podem ser interpoladas usando o método do inverso do quadrado da distância, enquanto que a primeira contagem de germinação (PCG%) se ajustou a um modelo geoestatístico exponencial. A germinação de sementes de trigo neste campo de produção não apresenta dependência espacial, enquanto que o vigor das sementes mensurado através da PCG, apresenta um nível de dependência espacial moderado (ADE=34). A totalidade da área de produção de sementes produziu sementes com germinação superior aos 89%, o que indica que é um lote apto para a produção de sementes de alta qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L., agricultura de precisão, vigor.

SPATIAL DISTRIBUTION OF PHYSIOLOGICAL QUALITY OF WHEAT SEED PRODUCTION FIELD

ABSTRACT: The variation of physiological seed quality in a production field may hinder the seed producers. The aim in this study was to characterize the spatial distribution of the physiological quality of wheat seeds produced in a commercial production field of 37,8 ha in the municipality of Lavras do Sul - RS. Sampling was carried out using a grid of 100 x 100m, collecting four subsamples of 1m² in each of the 41 points georeferenced in the grid. The geostatistical analysis showed that the germination percentage (G%), the accelerated aging test (AA%) and emergency field (EF%) of the seeds produced can be interpolated using the method of inverse square of the distance, while the first counting germination test (FCG%) set at an exponential geostatistical model. The wheat seeds production germination in this field has no spatial dependence, while the seed vigor measured by FCG has a moderate level of

spatial dependence (ESD = 34). The total seed production field produced higher seed germination with 89%, which indicates that it is a batch suitable for the production of high quality seeds.

KEYWORDS: *Triticum aestivum* L., precision agriculture, vigor.

INTRODUÇÃO

A triticultura tem grande importância econômica e estratégica no mercado brasileiro, o cultivo de trigo representa uma oportunidade de renda ao agricultor no período de inverno e contribui de maneira significativa para a sustentabilidade do agronegócio, já que ocupa 20% da área cultivada no mundo. No Brasil, a produção anual de trigo oscila entre 5 e 6 milhões de toneladas, sendo que 90% desta é produzida na região Sul (EMBRAPA, 2010).

Dentre os aspectos que merecem atenção especial para permitir o melhor aproveitamento do potencial produtivo do trigo, destaca-se a utilização de sementes de alta qualidade. A semente é o insumo agrícola mais importante, porque contém as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar, contribuindo decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande adequado e, assim, permitindo a produção rentável (MARCOS FILHO, 2005), além disso, é através dela que todas as melhorias incorporadas às novas cultivares por diferentes técnicas de fitomelhoramento, serão disponibilizadas aos agricultores (PESKE et al., 2012).

A pesquisa tem demonstrado que sementes de alta qualidade possuem alto desempenho durante os processos de germinação e emergência garantindo o estande recomendado, obtenção de plântulas fortes e vigorosas que se estabelecem bem em diferentes condições edafoclimáticas, maior velocidade de emergência e de desenvolvimento das plantas o que resulta no rápido fechamento das entrelinhas facilitando o controle de plantas daninhas, aumento dos rendimentos por área, entre outros benefícios (FRANÇA-NETO et al., 2010). Pelo contrário, sementes de baixa qualidade provocam diminuição da produtividade causada pela desuniformidade no estabelecimento da lavoura e comprometem o estande recomendado para as diferentes cultivares (KOLCHINSKI et al. 2005).

Devido à importância que as sementes têm sobre a produtividade das lavouras, as empresas sementeiras e os órgãos de pesquisa no Brasil estão se atualizando constantemente gerando soluções aos problemas de produção e beneficiamento de sementes como também gerando novas tecnologias que ajudem a produzi-las em maior quantidade e de melhor qualidade do que os padrões estabelecidos atualmente. Dentro dessas novas tecnologias se encontra a agricultura de precisão, a qual se consolida como uma ferramenta moderna para auxiliar o produtor na hora de tomar decisões que influenciam no sucesso da sua lavoura, neste caso, campos de produção de sementes.

Segundo Mattioni et al. (2012) e Mattioni (2013) um campo de produção de sementes apresenta variabilidade espacial e temporal das características físico-químicas do solo que influenciam o rendimento e a qualidade das sementes produzidas, obtendo-se regiões que produzem sementes de alta qualidade e outras regiões que produzem sementes de baixa qualidade fisiológica dentro do campo de produção. Isso pode acontecer porque a disponibilidade de nutrientes afeta a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química, o metabolismo e o vigor da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Os mesmos autores, em um campo de produção de sementes de soja, encontraram uma variação da produção de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹ dentro do mesmo talhão e reportaram que a germinação das sementes produzidas no campo variou entre 64 e 93% (MATTIONI et

al., 2012). Mondo et al. (2008) encontraram dados semelhantes, observando uma variação da germinação das sementes produzidas em um campo de soja entre 64 e 98%.

Uma forma de determinar e analisar essa variabilidade espacial da qualidade fisiológica de sementes é usar a geoestatística. Essa ferramenta permite determinar um semivariograma, o qual é um modelo básico que representa quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço (CAMARGO et al., 2004), e a partir dele, usando a técnica da krigagem, interpolar os valores amostrados na área com o objetivo de criar um mapa onde se observem as variações espaciais da variável em estudo, nesse caso a germinação das sementes.

Considerando os fatores expostos acima, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial da qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em um campo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um campo de produção de sementes no município de Lavras do Sul – RS, com área de 38,7 ha, usando-se a cultivar de trigo TBIO Pioneiro. A semeadura foi realizada em plantio direto sobre os restos culturais de soja e a adubação de base foi realizada em cobertura ao lanço com a utilização de 280 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20 de NPK. A adubação nitrogenada foi fracionada em duas aplicações, durante o estágio de afilhamento (85 kg ha⁻¹ de uréia) e emborrachamento (190 kg ha⁻¹). A adubação com cloreto de potássio foi realizada durante o alongamento (100 kg ha⁻¹).

Para realizar a amostragem das sementes foi gerado um grid de 100x100 m, a partir do mapa do contorno do talhão, obtendo-se 41 pontos amostrais. Em cada ponto do grid foram tomadas quatro sub-amostras de 1m², uma no centro (ponto georreferenciado) e mais três distribuídos em um raio de 15 m sendo o ângulo entre cada raio de 120° (Figura 1).

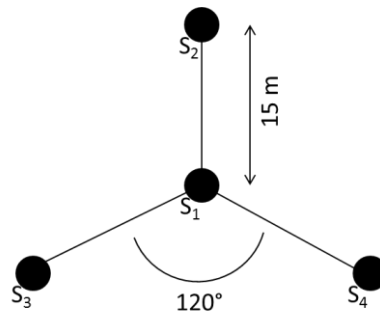


FIGURA 1. Representação da distribuição dos locais de amostragem em cada ponto georreferenciado. S_n: Sub-amostra.

As espigas colhidas foram embaladas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar até atingirem 13% de umidade, momento em que ocorreu a debulha e o armazenamento em câmara fria. Após foi determinada a porcentagem de germinação em rolos de papel para germinação (Germitest®) umedecidos com água destilada em proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Foram usadas 400 sementes distribuídas em oito rolos de papel com 50 sementes cada. A temperatura de germinação foi de 20°C e a contagem feita aos quatro e oito dias após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes RAS (BRASIL, 2009), e resultado expresso em porcentagem de plântulas normais. Em conjunto foi realizado o teste de primeira contagem de germinação computando a porcentagem de

plântulas normais aos quatro dias após a semeadura, conforme as RAS (BRASIL, 2009). Também foi realizado o teste de envelhecimento acelerado, distribuindo uma camada única de sementes sobre uma tela metálica, acoplada em caixa plástica tipo gerbox, contendo 40 ml de água. Posteriormente as caixas foram acondicionadas em câmara do tipo BOD, a 41°C por 72h. Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais aos quatro dias de germinação. Finalmente foi realizada a emergência a campo das sementes colhidas, para isso se semearam quatro repetições de 50 sementes cada em canteiros contendo solo. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura.

Os dados obtidos foram analisados no software estatístico R (2014). Inicialmente foram submetidos a análise estatística descritiva, determinando-se a média, os valores máximos e mínimos, a mediana, o coeficiente de variação, desvio padrão, a curtose, a assimetria e foi comprovada sua distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5%. Posteriormente foi realizada a análise geoestatística usando o pacote geoR (RIBEIRO JR., 2015). Dita análise consistiu na análise exploratória dos dados, iniciando pela observação da distribuição dos mesmos na área. Depois se testou a dependência espacial de cada variável mediante diagnóstico gráfico, no qual se usaram os semivariogramas empíricos e seus envelopes simulados 1000 vezes. No caso em que pelo menos um ponto do semivariograma empírico ficasse fora do envelope foi considerada a dependência espacial. Com as variáveis que apresentaram dependência, realizou-se a estimativa dos parâmetros e a escolha do melhor modelo geoestatístico, usando o método da máxima verossimilhança. Finalmente, foi realizada a interpolação dos dados usando a krigagem.

Para cada variável foi obtido o patamar (σ^2), o efeito pepita (τ^2), o alcance (ϕ) e o Avaliador da Dependência Espacial (ADE), calculado segundo Cambardella et al. (1994), assim: $ADE = [(\sigma^2 - \tau^2) / \sigma^2] * 100$. Foi considerada dependência espacial fraca quando o ADE foi menor de 25%, moderadamente dependente quando o ADE se encontrou entre 25 e 75% e fortemente dependente quando o ADE foi maior de 75%, conforme a classificação dos mesmos autores.

Nos casos em que não foi comprovada a dependência espacial da variável, os modelos digitais foram obtidos usando o método do inverso do quadrado da distância. Enquanto que com as variáveis que apresentaram dependência espacial, além do mapa de interpolação por krigagem se realizou o mapa da $p \geq 0,8$ de achar-se sementes com germinação mínima de 80%, o mapa de valores máximos e o mapa de valores mínimos.

Os dados da germinação, por não apresentar distribuição normal, foram transformados usando o método de Box & Cox (BOX e COX, 1964).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes colhidas no campo em estudo apresentaram uma germinação média de 95%, variando entre 89 e 98%, isso indica que esse lote de sementes de trigo é apto para comercialização, uma vez que o valor mínimo de germinação permitido pela legislação é de 80%, conforme com a Instrução Normativa 45 de 2013 (BRASIL, 2013). Nos testes de vigor, observou-se que a primeira contagem de germinação apresentou um valor médio de 83% variando entre 66 e 95%, o teste de envelhecimento acelerado apresentou média de 95% com valor mínimo de 90% e o teste de emergência a campo apresentou um valor médio de 83%, com valores mínimos e máximos de 68 e 97% respectivamente. De acordo com esses resultados, observa-se que o lote de sementes produzido apresenta uma alta qualidade fisiológica, uma vez que, mesmo nos testes de vigor, não se obtiveram valores médios inferiores a 80%.

Referente à distribuição dos dados, observou-se que a PCG e a EC apresentaram curtose negativa, enquanto que o EA apresentou curtose positiva. Já na assimetria, todos os testes de vigor apresentaram assimetrias negativas, porém, todas perto de zero. Em uma visão geral, observou-se que os resultados obtidos da assimetria e curtose para todos os testes de vigor podem ser considerados dentro dos parâmetros da distribuição normal, o qual foi corroborado pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade. Já na germinação das sementes, se observou que o valor da curtose foi de 3,4391 e da assimetria de -1,3987, fazendo com que a distribuição da variável não fosse normal, corroborado pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% (Tabela 1).

TABELA 1. Estatística descritiva da qualidade fisiológica de sementes de trigo cv. TBIO Pioneiro. Porcentagem de germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Teste de envelhecimento acelerado (EA), Teste de emergência a campo (EC). Lavras do Sul-RS, 2015.

| Atributo | Média | Mediana | Valor | | Desvio Padrão | CV (%) | Curtose | Assimetria | Normalidade |
|----------|-------|---------|--------|--------|---------------|--------|---------|------------|-------------|
| | | | Mínimo | Máximo | | | | | |
| G (%) | 95 | 95 | 89 | 98 | 1.6693 | 1.7522 | 3.4391 | -1.3987 | 0.0003 |
| PCG (%) | 83 | 83 | 66 | 95 | 6.7106 | 8.1248 | -0.1602 | -0.4643 | 0.3090 |
| EA (%) | 95 | 95 | 90 | 98 | 1.7661 | 1.8607 | 1.0080 | -0.8656 | 0.0677 |
| EC (%) | 83 | 83 | 68 | 97 | 7.8182 | 9.3948 | -0.6250 | -0.1191 | 0.4351 |

A análise exploratória dos dados da análise geoestatística, permitiu estabelecer que as variáveis, germinação, envelhecimento acelerado e emergência a campo, não apresentaram dependência espacial, enquanto que a primeira contagem de germinação sim. Mattioni et al. (2011), encontraram que a germinação e o vigor de sementes de soja mensurados pelos testes de primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e emergência a campo, apresentaram variabilidade espacial, encontrando valores de germinação entre 61 e 93%, de PCG entre 37 e 75%, de EA entre 30 e 89% e de EC entre 65 e 90%.

Na Tabela 2 se apresentam os parâmetros do semivariograma da primeira contagem da germinação do melhor modelo ajustado obtido pelo método da máxima verossimilhança. Nela se observa que a variável se ajustou a um modelo exponencial com um alcance de 230 metros, o qual sugere que a dependência espacial dessa variável chega até essa distância, ou seja, o alcance indica o limite da dependência espacial da variável, de modo que determinações realizadas a distâncias superiores ao alcance possuem distribuição espacial aleatória. Igualmente se observa que o ADE é de 34%, indicando que a variável apresenta dependência espacial moderada. A razão entre os valores do efeito pepita e os do patamar estabelece o grau de dependência espacial da variável em estudo (CAMBARDELLA et al., 1994).

TABELA 2. Parâmetros do semivariograma da primeira contagem de germinação (PCG) de sementes de trigo cv. TBIO Pioneiro. Lavras do Sul-RS, 2015.

| Atributo | Modelo | Efeito Pepita (τ^2) | Patamar (σ^2) | Alcance (m) (ϕ) | ADE* | Classe de dependência espacial |
|----------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------|--------------------------------|
| PCG (%) | Exponencial | 18.6161 | 28.2203 | 230 | 34 | Moderada |

ADE = avaliador da dependência espacial.

Na figura 2A se apresenta o mapa da interpolação por krigagem da primeira contagem de germinação. Nela se observa que a região noroeste possui os valores mais elevados de

PCG, já nas outras regiões se encontram PCG menores a 80%. Isso pode ser corroborado com o mapa de probabilidade ($p \geq 0,8$) de se achar sementes com PCG superior a 80%, o qual é apresentado na figura 2B. Ali se observa que na região em amarelo, a qual representa o 41% da área (entorno de 15,5 ha) existe uma grande chance de colher sementes com maior vigor, mensurado pela PCG. Esse dado pode ser usado no caso em que o sementeiro quiser produzir sementes com vigor diferenciado, o qual determinara as áreas de colheita para semente e as áreas de colheita para produção de grão ou semente com outro grau de vigor, mensurado por esse teste. Já os mapas de valores mínimos (Figura 2C) e de valores máximos (Figura 2D), corroboram o resultado obtido na krigagem, permitindo observar a distribuição dos valores de PCG no talhão estudado. Segundo Gazolla e Gadotti (2014), estas modernas técnicas de mapeamento da distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes são uma ferramenta viável de gerenciamento dos campos de produção de sementes. Além do mais, os produtores de sementes já possuem como prática um gerenciamento profundo de suas áreas.

Mattioni et al. (2011) e Mondo et al. (2012) verificaram em seus estudos que a qualidade fisiológica de sementes de soja não é uniforme nos campos de produção, sendo que o vigor demonstra maior sensibilidade e, portanto, com maior variabilidade comparativamente a germinação.

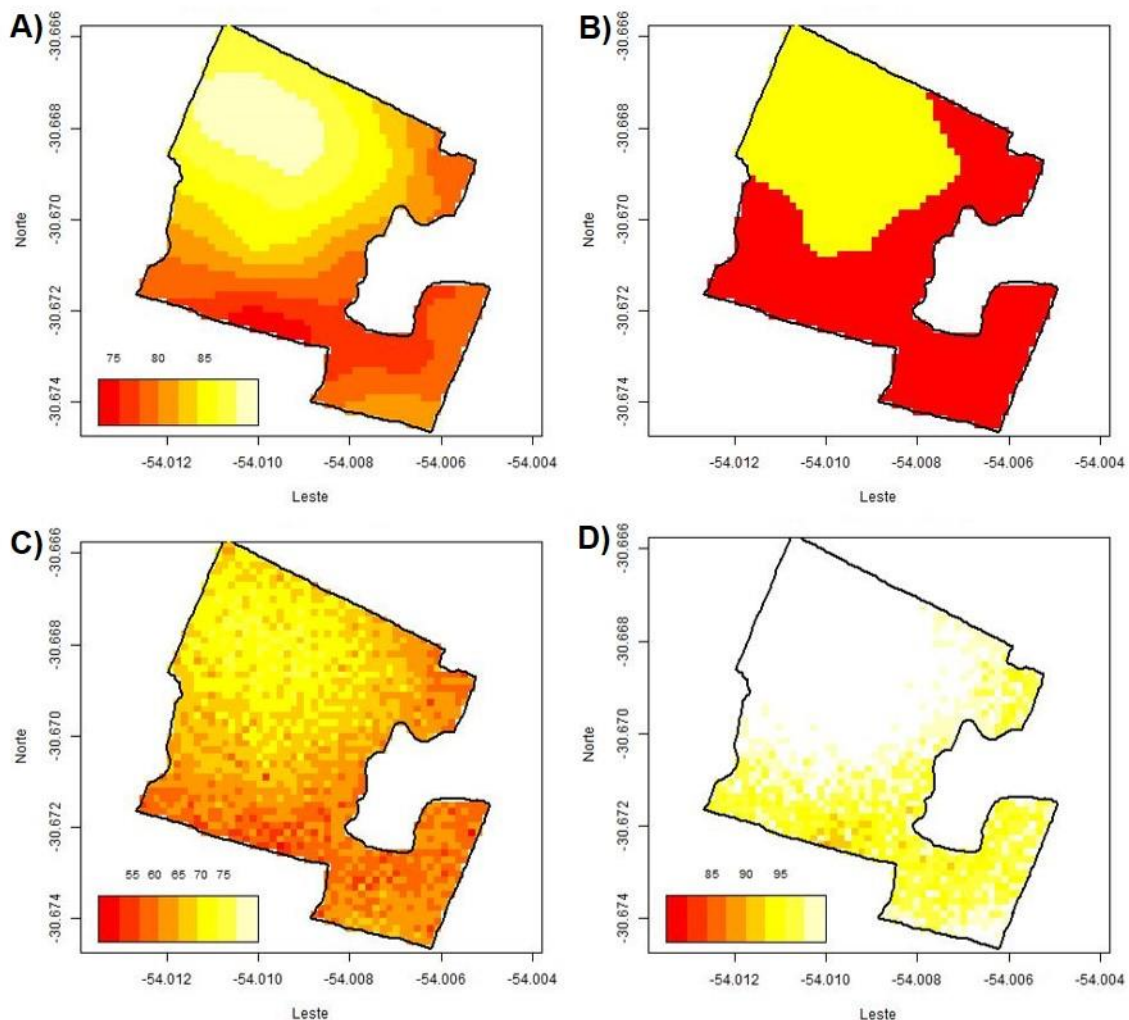


FIGURA 2. Modelos digitais da qualidade fisiológica de sementes de trigo cv. TBIO Pioneiro. A) Primeira contagem de germinação (%), B) Mapa de $p > 0,8$ de achar-se sementes com PCG > 80%, C) Mapa de valores mínimos (%), D) Mapa de valores máximos (%). Lavras do Sul-RS, 2015.

Na figura 3 se apresentam os modelos digitais da porcentagem de germinação (Figura 3A), do teste de envelhecimento acelerado (Figura 3B) e do teste de emergência a campo (Figura 3C). Referente à porcentagem de germinação das sementes produzidas, encontrou-se que o 0,3% da área apresenta germinação entre 89 e 92%; o 4,4% entre 92 e 94%; 63,2% entre 94 e 96% e o restante 32,1% da área apresenta germinação entre 96 e 98%. No mapa de envelhecimento acelerado, se observa que 50% da área apresenta germinação maior a 95%. Já no mapa de emergência a campo se observou que o 23,8% da área apresentou uma porcentagem de emergência entre 68 e 81%; 30,2% da área apresentou emergência entre 81 e 84%, 28,8% da área apresentou emergência entre 84 e 87% e o restante 17,1% mostrou emergência maior a 87%.

De acordo com a figura 3A, observa-se que 95,3% da área produziu sementes com germinação superior à 94%, sementes de alta qualidade fisiológica, as quais são imprescindíveis para formação de um estande de plantas homogêneo. As condições proporcionadas às sementes em laboratório são as ideais para a espécie, o que dificilmente acontece no campo, onde ocorrem condições adversas, como pode ser observado no resultado do teste de emergência a campo (Figura 3C). Assim a informação de vigor da semente é importante principalmente para se ter uma ideia da capacidade do lote de sementes superar condições adversas, assim como o seu potencial de armazenamento.

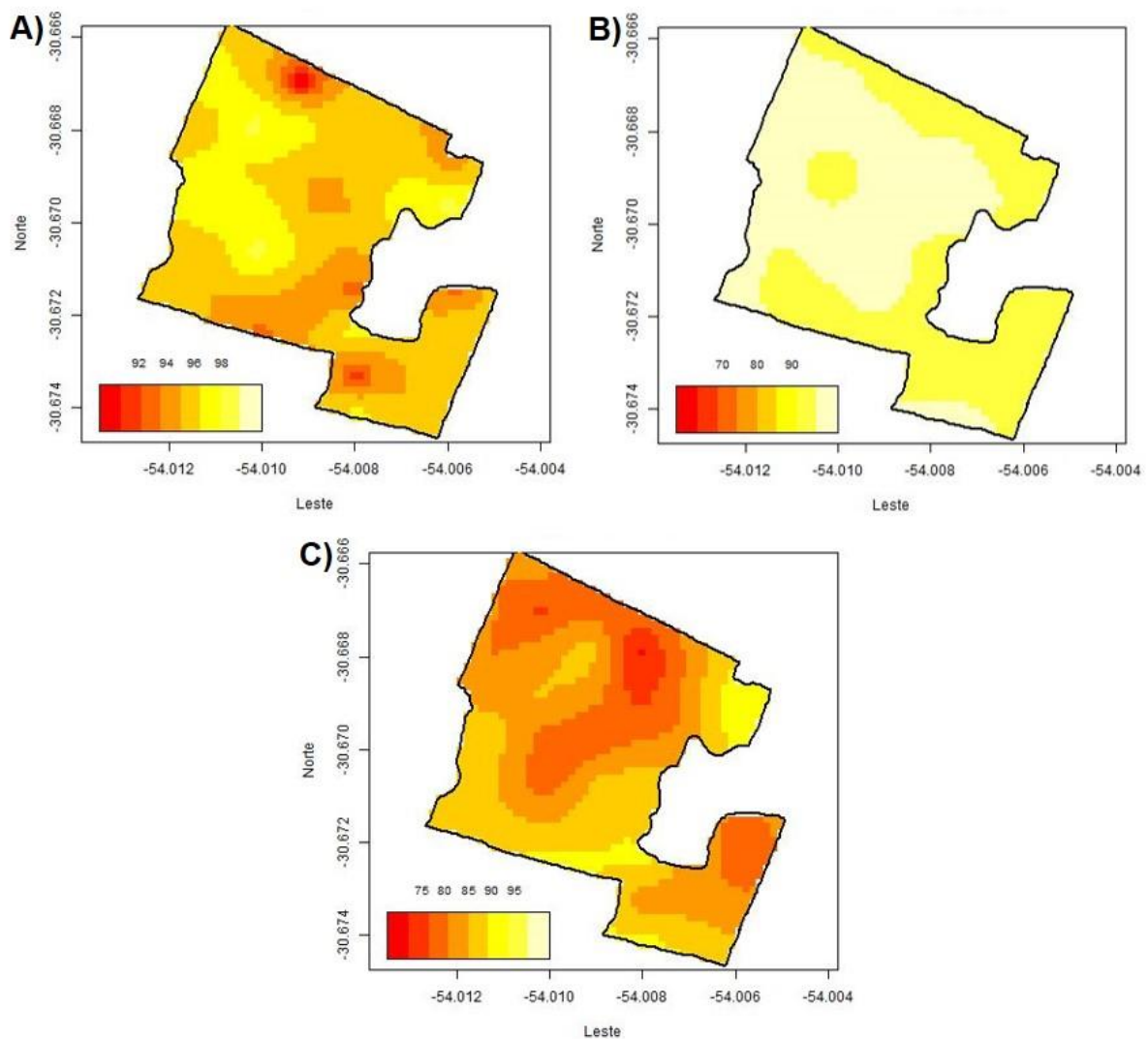


FIGURA 3. Modelos digitais da qualidade fisiológica de sementes de trigo cv. TBIO Pioneiro. A) Germinação (%), B) Envelhecimento acelerado (%), C) Emergência a campo (%). Lavras do Sul-RS, 2015.

A informação obtida dos modelos digitais dos testes de vigor e germinação é útil caso a empresa produtora de sementes quiser oferecer ao mercado sementes com diferentes graus de vigor ou diferentes características, uma vez que, segundo Mattioni et al. (2011), cada teste de vigor é baseado em diferentes parâmetros, por exemplo, o teste de PCG mede a velocidade da germinação enquanto que o teste de envelhecimento acelerado mede a capacidade de armazenamento de um lote de sementes. Considerando isso, o sementeiro teria mais ferramentas para decidir sobre o beneficiamento e processamento de um lote de sementes, baseando-se na análise geostatística.

CONCLUSÕES

A germinação de sementes de trigo neste campo de produção não apresenta dependência espacial, enquanto que o vigor das sementes mensurado através da PCG, apresenta um nível de dependência espacial moderado (ADE=34).

A totalidade da área de produção de sementes produziu sementes com germinação superior aos 89%, o que indica que é um lote apto para a produção de sementes de alta qualidade.

A qualidade fisiológica das sementes de trigo produzidas nesse campo, mensurada pelos testes de envelhecimento acelerado e emergência a campo, não apresenta dependência espacial.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 45 de 17 de setembro de 2013. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, v.26, n.2, p.211–252. 1964.
- CAMARGO, E.C.G.; FUCKS, S.D.; CÂMARA, G. Análise espacial de superfícies. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds). *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- CAMBARDELLA, C.A.; 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*, Madison, v. 58, n. 5, p.1501-1511, 1994.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal. FUNEP, 2000. 588p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultura do trigo. Disponível em < www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm > Acessado em 01 jun. de 2013.
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; A importância do Uso de Semente de Soja de Alta Qualidade. *Informativo ABRATES*. v.20, n.1, p.037-038. Londrina, 2010.
- GAZOLLA-NETO, A.; GADOTTI, G. I. Estratégias para gestão de informações na produção de sementes. *Revista SEED News*, n.5, p.16-18, 2014.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, p.1248-1256, 2005.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*, Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MATTIONI, N.M.; SCHUCH, L.O.B.; VILLELA, F.A. Variabilidade especial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.4, p.608-615, 2011.

MATTIONI, N. M. et. al. Soybean seed size and quality as a function of soil compaction. *Seed Science and Tecnology*, Zurich, v. 40, n. 3, p. 333-343, 2012.

MATTIONI, N. M. Variabilidade espacial da qualidade fisiológica de sementes de soja estimada pela condutividade elétrica massal e individual. 2013. 93f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

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. Variabilidade espacial da qualidade das sementes em uma área de produção de soja. In: Congresso brasileiro de agricultura de precisão, 2008, Piracicaba-SP. Anais... Piracicaba: Esalq, 2008. p.158-169.

MONDO, V. H. V. et al. 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.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. URL <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO JR., P.J.; DIGGLE, P.J. geoR: A package for geostatistical analysis. Version: 1.7-5.1. 2015. <http://cran.r-project.org/web/packages/geoR/geoR.pdf>

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: UFPel, 2012. 573p.