

VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA OBTIDAS EM CONDIÇÕES DE VÁRZEA TROPICAL, EM FUNÇÃO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO

Andressa Bruna Lima Morais¹, Edmar Vinícius de Carvalho², Wellington Cardoso dos Santos Mota³,
Luigi Zanfra Provenci⁴.

¹Estudante do Curso Superior em Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica do IFTO. e-mail: <andressa.morais@estudante.ifto.edu.br>

²Professor Doutor do Campus Avançado Lagoa da Confusão – IFTO. Bolsista do IFTO. e-mail: <edmar.carvalho@ifto.edu.br>

³Estudante do Curso Superior em Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica do IFTO. e-mail: <wellington.cardoso.mota@gmail.com>

⁴Estudante do Curso Superior em Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica - CNPq. e-mail: <luigi.provenci@estudante.ifto.edu.br>

Resumo: As sementes são insumos importante no sistema produtivo agrícola, em que empresas e produtores buscam qualidade fisiológica superiores. Dentro de um talhão existe heterogeneidade que pode ser identificada com o uso de análises geoestatísticas gerando mapas de distribuição espacial. O trabalho teve como objetivo identificar a distribuição espacial da qualidade fisiológica e do potencial de armazenamento de sementes de soja obtidas em condições de várzea tropical, utilizando a geoestatística. As sementes foram obtidas num campo de sementes de 17 hectares, em Lagoa da Confusão-TO. A amostragem foi sistemática e com malha amostral regular com distância de 100x100 m entre cada ponto. Após a colheita, as plantas foram trilhadas com a sementes sendo limpas, secas e armazenadas até o momento das análises fisiológicas (50, 100, 150 e 200 dias após o armazenamento). Os resultados do teste de tetrazólio, vigor e viabilidade, apresentaram maior precisão com os valores médios tendo pequenas alterações em função do tempo de avaliação com média de 81,98% \pm 0,58% (Vigor) e 95,30% \pm 0,35% (Viabilidade). Avaliações feitas após períodos maiores de armazenamento apresentaram maior variabilidade e assim permitiram melhor distinção dos diferentes pontos na área de estudo. Neste trabalho foi possível identificar a variabilidade espacial na área de estudo, identificando regiões com qualidade de sementes boas e ruins. As características relacionadas ao vigor, principalmente o envelhecimento acelerado, permitiram melhor distinção da variação na área de estudo. Da mesma forma, as avaliações feitas após períodos maiores de armazenamento apresentaram maior variabilidade e assim permitiram distinguir melhor os diferentes lotes avaliados.

Palavras-chave: armazenamento, estatística, qualidade, sementes, tetrazólio.

1 INTRODUÇÃO

Na produção agrícola mundial, deve-se ressaltar o destaque da soja por ser considerada fonte importante de óleo e proteína para alimentação animal e humana (MOTTA et al., 2002; PELUZIO et al., 2008a; BAKAL et al., 2017), com diversos usos e aplicações (PELUZIO et al., 2008b), como na produção do biodiesel que é um combustível que assume papel importante na matriz energética sendo considerado como fonte renovável.

Os aumentos de produtividade observados ao longo dos anos na cultura da soja possuem relação com os avanços científicos e tecnológicos (ABATI et al., 2020), com contribuição das técnicas de produção, armazenamento, controle de qualidade e tratamento de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2018). Com relação a produção de sementes, a qualidade assume papel de importância, pois sementes

com qualidade fisiológica são fundamentais para o sucesso da produção (PEREIRA et al., 2018; VERGARA et al., 2019b).

Num campo de produção de sementes, as características mencionadas anteriormente não são uniformes, ou seja, apresentam variação dentro de uma mesma área, como demonstram os estudos de Gazolla-Neto et al. (2016) e Vergara et al. (2019a), com a cultura da soja. Nesse sentido, a utilização de práticas de agricultura de precisão para mapeamento e caracterização da variabilidade espacial são importantes na busca de sistemas mais produtivos e eficientes (VERGARA et al., 2019a).

Em especial no estado do Tocantins, durante o período de entressafra, ocorrem condições climáticas favoráveis para a produção de sementes de soja em condições de várzea tropical, tais como ausência de precipitações, baixa umidade relativa do ar e baixas temperaturas noturnas (PELUZIO et al., 2010; ALMEIDA et al., 2011). Além deste fator, a localização do Estado é tida como favorável do ponto de vista logístico para o escoamento da produção (PELUZIO et al., 2008b). Resultados de pesquisa no Tocantins comprovam a produção de sementes de qualidade nas várzeas tropicais como os de Carvalho et al. (2021) que encontraram valores médios de germinação e vigor acima de 95% e 85%, respectivamente, na avaliação de quatro cultivares de soja em três épocas de semeadura.

Outro ponto de destaque para a região e que possui relação com a época de produção das sementes de soja na entressafra é o tempo de armazenamento curto das sementes. Em outras palavras, logo após o beneficiamento as sementes produzidas nas várzeas tropicais tocantinenses são utilizadas na safra verão seguinte. Neste sentido, Krzyzanowski et al. (2019) destacam que a qualidade fisiológica e sanitária das sementes deve ser mantida durante o armazenamento. No entanto, devido a deterioração das sementes com o tempo (VERGARA et al., 2019a) ocorre redução do potencial fisiológico das sementes (FERREIRA et al., 2017; PEREIRA et al., 2018; BASSO et al., 2018), em que quanto maior o período de armazenamento maior será o custo para a manutenção das condições ideais.

Por fim, ao verificar a literatura científica disponível nas bases de dados nacionais e internacionais, poucos são os trabalhos realizados em condição de várzea no Tocantins que buscam avaliar o efeito da distribuição espacial e/ou o tempo de armazenamento na qualidade de sementes de soja. Desse modo, o objetivo da pesquisa foi identificar a distribuição espacial da qualidade e do potencial de armazenamento de sementes de soja obtidas em condições de várzea tropical.

2 METODOLOGIA

As informações de produção e as sementes avaliadas pelo presente projeto foram obtidas em campo de produção de sementes de soja no município de Lagoa da Confusão/TO (10°49'25"S, 49°46'10"W, 181 m), sob condições de várzea tropical, em uma área de estudo de 17 ha durante a safra 2020/2020. O campo de produção sementes foi semeado no dia 15 de maio de 2020 sob palhada de

arroz, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, distribuição de 14 plantas por hectare e utilizando a cultivar Soy Rubi IPRO (Hábito determinado, GMR = 8,2). A adubação de semeadura foi realizada com 300 kg ha⁻¹ de 4-20-20 (NPK). Os demais tratamentos culturais e o manejo de irrigação por subsuperfície foram realizados conforme necessários e adotando o padrão utilizado na região das várzeas tropicais.

Para a coleta de dados na área estudo, foi elaborado mapa de contorno com os pontos de monitoramento distribuídos em 100 x 100 metros (1 ponto por hectare) seguindo amostragem sistemática e malha amostral regular que demonstra ser eficiente na obtenção de amostras representativas (VERGARA et al., 2019a). Dentro de cada ponto de monitoramento, foram colhidas as plantas de 5 sub-amostras de 1 m², sendo uma no ponto central e as outras quatro a uma distância de 15 m do ponto central e com um ângulo de 90° entre eles.

A colheita das plantas ocorreu uma semana após elas terem apresentado 95% das vagens secas, ou seja, no estágio R8 da escala de Fehr et al. (1971). Após a colheita, as plantas foram trilhadas com as sementes sendo limpas e secas (12% de umidade), pesadas e armazenadas sob condições controladas (12 °C) até o momento das análises de qualidade fisiológica. As análises/testes para determinação da qualidade fisiológica das sementes, de cada ponto amostral, foram realizadas 50, 100, 150 e 200 dias após o armazenamento das sementes (colheita), sendo eles: **Teste de germinação em laboratório**: uso de quatro subamostras de 50 sementes que foram semeadas em papel "germitest" que foi umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos dos papéis foram mantidos em germinador regulado a 25 °C. Com base no descrito na Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009a), foram feitas a primeira contagem (cinco dias - G5) e a contagem final de germinação (oito dias - G8) de plântulas normais, com os valores expressos em %; **Teste de tetrazólio**: segundo metodologia descrita em Brasil (2009a) e proposta por França-Neto et al. (1998) para verificação da viabilidade e vigor das sementes, usando quatro subamostras de 50 sementes, com valores expressos em % e; **Envelhecimento acelerado**: usando quatro subamostras de 50 sementes, que foram colocadas em camada única sobre uma tela acondicionada em caixa do tipo gerbox, sobre 40 mL de água, e mantidas a 41 °C por 48 horas (MARCOS-FILHO, 2015). Após, foi realizado o teste de germinação em laboratório com realização de uma única contagem no quinto dia e com os valores expressos em %;

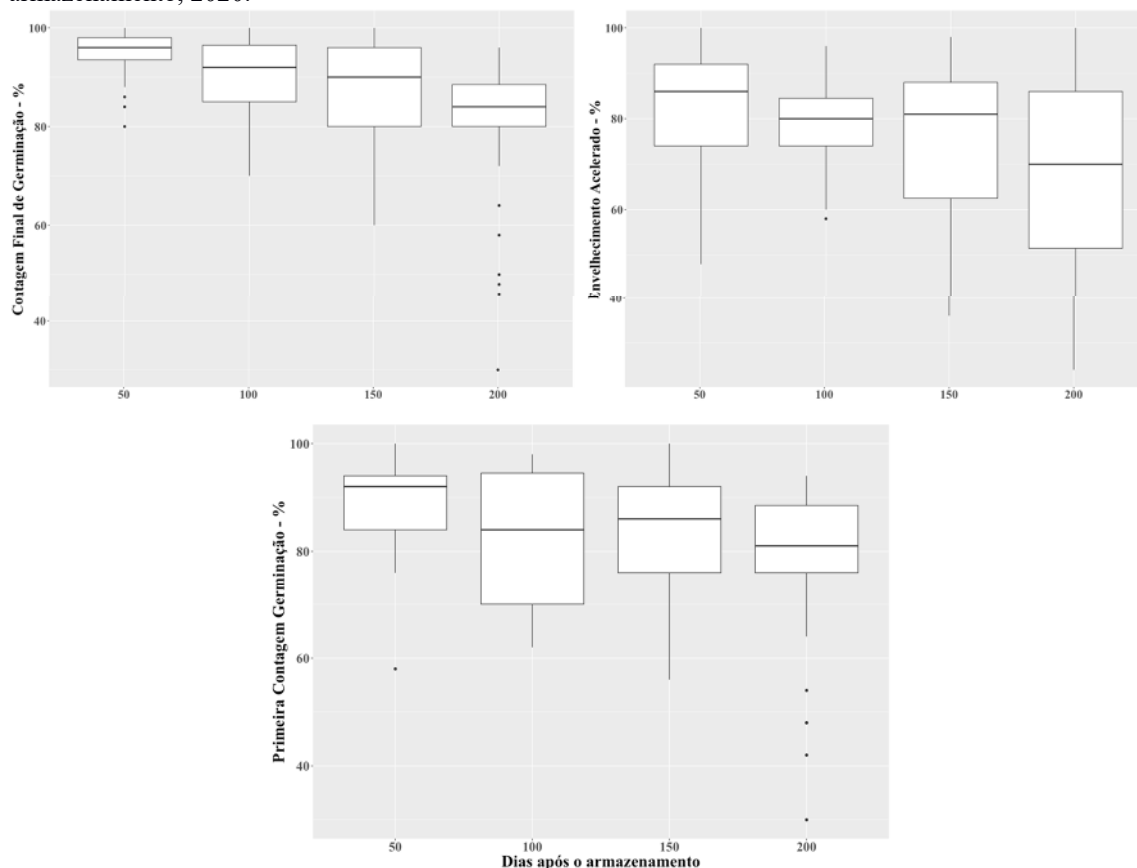
Os dados coletados foram analisados por meio de análise descritiva (média, variância, coeficiente de variação, assimetria e curtose) e análise geoestatística. Nesta última, os dados foram analisados por meio de semivariograma definido com base na estimativa do erro por meio de validação cruzada e ajuste ao método Weight Least Squares - WLS. A dependência espacial foi estimada de acordo com Cambardella et al. (1994) e a krigagem foi usada como método de interpolação para elaboração dos modelos digitais com raio máximo de levantamento de 100 m. Ainda, na análise geoestatística foram

utilizados critérios para a classificação do grau de dependência espacial utilizando o critério proposto por Cambardella et al. (1994): forte (<25%); moderada (25%-75%) e; fraca (>75%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a primeira contagem de germinação, contagem final e os resultados do envelhecimento acelerado, a variação dos valores observados aumentou com os dias após a colheita, com os valores médios diminuindo (Figura 1). Na contagem final da germinação, os valores apresentaram média de $87,53\% \pm 1,56\%$ (amplitude de 70%) e no envelhecimento acelerado média de $75,63\% \pm 1,56\%$ (amplitude de 76%) e que indica que dentro da área avaliada existem regiões com sementes padrões elevados e baixo de qualidade fisiológica.

Figura 1 – Bloxplot dos resultados dos testes de primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e contagem final de germinação de sementes de soja obtidas em condições de várzea tropical e em função do tempo de armazenamento, 2020.

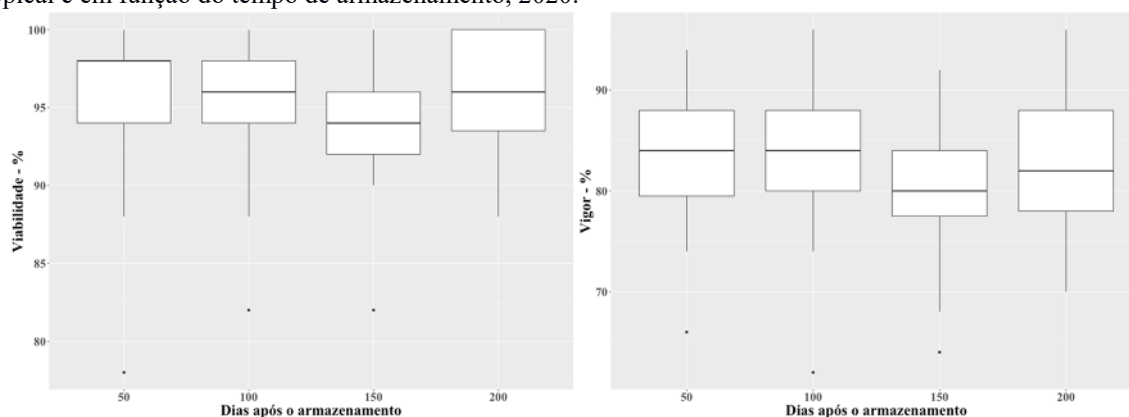


Resultados positivos estão relacionados a diversos fatores, como condições climáticas favoráveis durante os estágios R7 e R8 e umidade de semente adequada (Vergara et al., 2019a). A diminuição da germinação de sementes de soja com o armazenamento também foi observada por Zuffo et al. (2017) e Pereira et al. (2018) e que relacionaram com a ocorrência do processo de deterioração com o tempo e que permite diferenciar os lotes de sementes quanto ao vigor.

Ao comparar a variação observada no envelhecimento acelerado com as observadas na contagem final de germinação, verifica-se que no primeiro houve maior variabilidade dos resultados em todas as avaliações realizadas. Segundo Mattioni et al. (2011) o vigor, estimado pelo envelhecimento acelerado, é mais sensível as mudanças do ambiente de cultivo em comparação a viabilidade, sendo mais fácil de visualizar a variação presente na área com os resultados deste teste.

Os resultados do teste de tetrazólio, vigor e viabilidade, apresentaram maior precisão com os valores médios tendo pequenas alterações em função do tempo de avaliação (Figura 2) com média de $81,98\% \pm 0,58\%$ (Vigor) e $95,30\% \pm 0,35\%$ (Viabilidade). Segundo Gazolla-Neto et al. (2015), valores de germinação, teste de tetrazólio e envelhecimento acelerados de 90%, 94% e 92% revelam alta qualidade fisiológica das sementes, e que confirma que dentro da área de estudo existem regiões com sementes de alto e baixo padrão.

Figura 2 – Bloxplot dos resultados dos testes de tetrazólio em sementes de soja obtidas em condições de várzea tropical e em função do tempo de armazenamento, 2020.

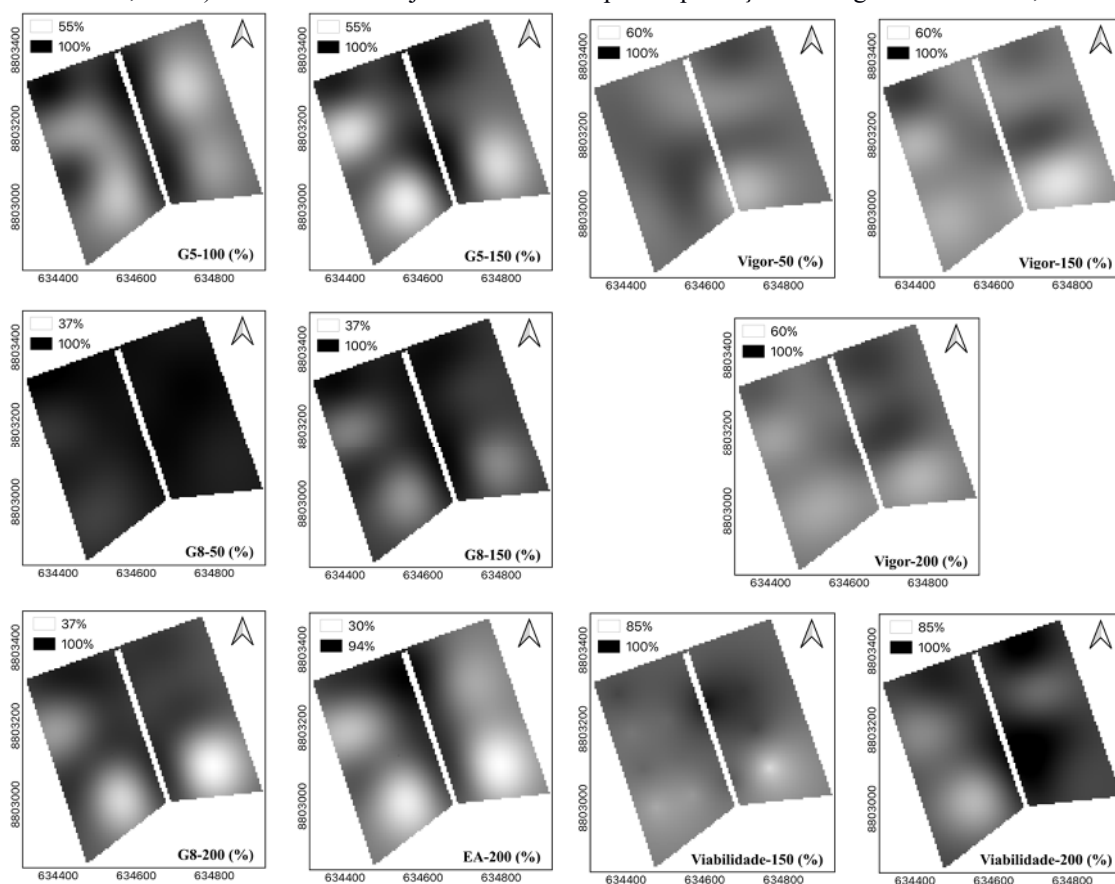


As variáveis apresentaram grau de dependência espacial forte segundo a classificação de Cambardella et al. (1994). Entretanto, em algumas das variáveis o valor do alcance foi menor que a distância entre cada ponto amostral (100 m). O alcance representa a distância limite em que os pontos amostrais possuem correlação espacial e distâncias superiores ao alcance indicam a não dependência espacial a partir deste ponto, sendo que quanto maior o seu valor, mais homogênea é a variabilidade espacial da característica em estudo (ANDRIOTTI, 2013). Desse modo, os mapas de variabilidade espacial somente foram gerados para as características em que o alcance foi igual ou maior que a distância entre os pontos amostrais.

Os mapas gerados mostram a variação observada na estatística descritiva e permitiram identificar regiões do maior e menor qualidade, com base nas características avaliadas (Figura 3), com as avaliações relacionadas ao vigor das sementes e/ou realizadas num período maior após a colheita apresentando maior variação e distinção da área de estudo.

Figura 3 – Mapas da distribuição espacial da primeira contagem de germinação (100 e 150 dias após a colheita, G5 e em %), germinação (50, 150, e 200 dias após a colheita, G8 e em %), envelhecimento acelerado (200 dias

após a colheita, EA e em %), vigor (50, 150 e 200 dias após a colheita, em %) e da viabilidade (150 e 200 dias após a colheita, em %) de sementes de soja obtidas em campos de produção em Lagoa da Confusão, safra 2020.



Resultados semelhantes também foram obtidos por Gazolla-Neto et al. (2015) e Vergara et al. (2019a), e que demonstram a distribuição não uniforme da qualidade de sementes num campo de produção. A identificação destas regiões é importante contribuir com o destino das sementes dentro das Unidades de Beneficiamentos ou também realizar o descarte parcial do campo com a eliminação destas áreas (Mattioni et al. 2011). Em função do período de armazenamento (50 a 200 dias após a colheita) a distribuição espacial da qualidade das sementes apresentou variações, o que também foi observado por outros autores na cultura da soja e na avaliação de sementes (*i.e.* VERGARA et al. 2019a).

Outro ponto a destacar é que sementes de menor qualidade apresentam tendência de maior atividade respiratória que sementes com qualidade superior e assim, durante o período de armazenamento a diferença entre elas aumenta (VERGARA et al., 2019a). Durante o armazenamento, o processo de deterioração da semente pode ser também intensificado pela alta umidade e/ou altas temperaturas (ABATI et al., 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível identificar a variabilidade espacial na área de estudo, identificando existem regiões com qualidade de sementes boas e ruins. As características relacionadas ao vigor,

principalmente o envelhecimento acelerado, permitiram melhor distinção da variação na área de estudo. Da mesma forma, as avaliações feitas após períodos maiores de armazenamento apresentaram maior variabilidade e assim permitiram distinguir melhor os diferentes lotes avaliados.

6 AGRADECIMENTOS

Ao IFTO, pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor e dos recursos financeiros para execução do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J. et al. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020.
- ALMEIDA, R. D. de et al. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p.108–115, 2011.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. 1. ed. São Leopoldo,RS: UNISINOS, 2013, 102 p.
- BAKAL, H. et al. The effect of growing seasons on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in mediterranean region in Turkey. **Fields crops**, v. 22, n. 2, p. 187-196, 2017.
- BASSO, D. P. et al. Late seed maturation improves the preservation of seedling emergence during storage in soybean. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 2, p. 185-192, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 399p.
- CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994
- CARVALHO, E.V. et al. A época de semeadura na produção de sementes de soja em condições de várzea tropical. **Revista Sítio Novo**, v. 5, n. 1, p. 100-117, 2021.
- FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycyne max* L.Merril). **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.
- FERREIRA, F. C. et al. Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 4, p. 385-392, 2017.
- FRANÇA NETO, J. B. et al. **Teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa - CNPSo, 1998. 72p. (Embrapa Soja. Documentos, 116).
- GAZOLLA-NETO, A. et al. Distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de soja em campo de produção. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.119-127, 2015.
- GAZOLLA-NETO, A. et al. Spatial distribution of the chemical properties of the soil and of soybean yield in the field. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, 2016.

KRZYZANOWSKI, F. C. Physiological and sanitary performance of soybean seeds during storage after phosphine fumigation. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, 2019.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **A alta qualidade de sementes de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 134).

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660 p.

MATTIONI, N. S. et al. Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, 2011.

MOTTA, I. de S. et al. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1281-1286, 2002.

PELUZIO, J. M. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.

PELUZIO, J. M. et al. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do Estado do Tocantins, entressafra 2004. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 75-80, 2008b.

PELUZIO, J. M. et al. Influência da dessecação química e retardamento da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 77-82, 2008a.

PEREIRA, L. C. et al. Physiological potential of soybean seeds over storage after industrial treatment. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, 2018.

VERGARA, R.; GAZOLLA-NETO, A.; GADOTTI, G. I. Space distribution of soybean seed storage potential. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, 2019a.

VERGARA, R. et al. Atraso na colheita, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, 2019b.

ZUFFO, A.M. et al; Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 3, 2017.