

PRODUÇÃO DE CO₂ DURANTE A RESPIRAÇÃO EM SEMENTES DE SOJA: INOVAÇÃO EM TESTES DE VIGOR

JOSEANO GRACILIANO DA SILVA¹; **AUGUSTO HENRIQUE MACIEL SILVA²**;
JERFFESON ARAUJO CAVALCANTE²; **GIZELE INGRID GADOTTI³**

¹*Universidade Federal de Pelotas – joseano_agronomo@outlook.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – augusto.maciel.silva@hotmail.com;*

²*Universidade Federal de Pelotas – jerffeson_agronomo@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – gizele.gadotti@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max L.*) está entre as mais importantes do Brasil em termos de cultivo, com produtividade média de 56 sacas ha⁻¹ e produção de 124,8 milhões de toneladas na safra 2019/20 (CONAB, 2020). Esta característica justifica a busca por tecnologias para melhorar o desempenho das sementes em campo, aumentando a capacidade produtiva. Dentre outros aspectos, o desempenho dos lotes de sementes é influenciado pelo potencial fisiológico, o que envolve viabilidade e vigor. Neste quesito, o vigor é a soma de todas as propriedades da semente as quais determinam o nível de atividade e o desempenho da semente ou do lote durante a germinação e a emergência de plântulas (SILVA, 2019).

A utilização de testes de vigor que estimem o desempenho em campo possibilita o entendimento da real influência sobre o comportamento após a semeadura. Nos laboratórios de análise de sementes, proceder com análises assertivas em tempo mínimo possível é tão importante quanto a adoção de técnicas não destrutivas em sementes. Dentre as análises não destrutivas é possível citar o teste do etanol (CAVALCANTE et al., 2019), além de diversos trabalhos que avaliaram a respiração em sementes (DODE et al., 2013; LEITE et al., 2018; SILVA, 2019), nos quais foram obtidos resultados promissores para estimar a viabilidade e o vigor dos lotes analisados.

Avaliações com base na respiração, e consequente produção de CO₂ em função do consumo de oxigênio e outros processos atribuídos a deterioração das sementes, podem ser capazes de distinguir diversos lotes com base no vigor (LEITE et al., 2018; SILVA, 2019), captando os efeitos decorrentes da histerese, degradação de reservas, danos mecânicos, bem como do armazenamento. Diante disso, este estudo foi elaborado sobre a hipótese de que lotes com baixo vigor respiram mais que aqueles com alto vigor. Para testar essa hipótese, este trabalho foi conduzido com o objetivo de comparar dois lotes de sementes de soja pelos métodos convencionais e pelo método da respiração, usando um sensor de CO₂ desenvolvido pelos autores.

2. METODOLOGIA

Este experimento foi conduzido no Laboratório de Agrotecnologia do Centro de Engenharias, na Universidade Federal de Pelotas campus Capão do Leão. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Foram utilizados dois lotes de soja cv. Desafio 8473 com diferentes níveis de vigor e teor de água de 12 \pm 1,0%. Ambos os lotes foram submetidos aos seguintes testes:

Teste de germinação: quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel Germitest®, umedecidos com 2,5 vezes o peso seco do papel, de acordo com Brasil (2009). As contagens foram realizadas no 5º e no 8º dia. Os resultados foram expressos em porcentagem. Primeira contagem de germinação (PCG): obtida a partir da quantificação do número de plântulas acumuladas no quinto dia do teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de emergência: empregou-se quatro repetições de 50 sementes m^{-1} , dispostas em canteiro, com 1 cm de profundidade de semeadura. A avaliação foi realizada 16 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas. A umidade do solo foi mantida próximo a capacidade de campo por meio de irrigações diárias com auxílio de regador.

Para a avaliação da respiração nos lotes de sementes, foi utilizado um sensor de CO₂, cujos detalhes do equipamento são mantidos em processo de patente (BR 10 2019 023534 9). A obtenção dos dados se deu por meio de observações a cada 30 minutos durante oito horas, utilizando três repetições de 100 sementes imersas em 25 mL de água destilada em recipiente fechado hermeticamente, contendo o sensor acoplado. A média estatística das três repetições foram apresentadas com o respectivo desvio padrão para cada lote. Os resultados foram transformados de unidades digitais para mV, conforme a equação 1:

$$Y = \frac{x*100}{1024} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Os dados foram analisados quanto à normalidade (Shapiro Wilk) e homocedasticidade (teste de Hartley) com auxílio do programa SASM-Agri. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Sendo constatada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste F com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.3. Os dados de respiração foram analisados como fator quantitativo, ajustados a modelos de regressão não lineares do tipo Gaussiana com quatro parâmetros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram efeito significativo para duas das variáveis analisadas. Conforme a análise de variância, o teste de primeira contagem de germinação não foi eficiente para diferenciar os lotes de soja em níveis de vigor. Este comportamento se justifica pelo fato de o teste de PCG ser conduzido juntamente com o teste de germinação e, portanto, sob condições ótimas de temperatura, umidade e luminosidade, podendo beneficiar lotes de médio vigor (SILVA, 2019).

Tabela 1. Resumo da análise de variância em dois lotes de sementes de soja com diferentes níveis de vigor. Pelotas – RS, UFPel 2020.

| ----- Quadrado médio ----- | | | | |
|----------------------------|------------------------|----------|-------|--------|
| | Lotes | Erro | Média | CV (%) |
| PCG ¹ | 0,000013 ^{ns} | 0,000013 | 0,011 | 11,43 |
| Germinação | 612,50* | 35,83 | 88,0 | 6,78 |
| Emergência | 180,50** | 143,00 | 89,0 | 5,44 |
| GL | 1 | 6 | - | - |

¹ dados transformados (1/x); *significativo a 1%; ** significativo a 5%; ns = não significativo, de acordo com o teste F ($p<0,05$). GL = graus de liberdade.

Para efeito de comparação de médias com dois níveis, o teste F é conclusivo. Desse modo, é possível afirmar que o lote 2 apresentou viabilidade superior (Tabela 1), com média de 97% de germinação e 18% de diferença entre os lotes. Apesar de ser uma metodologia padronizada (BRASIL, 2009) e amplamente utilizada em laboratórios de análises de sementes, esse teste apresenta certa limitação pelo fato de entregar resultados conclusivos apenas no 8º dia após a instalação do teste, o que, pode ser considerado demorado em épocas de colheita, por exemplo, onde se faz necessário tomar a decisão de encaminhar para o beneficiamento como semente ou, simplesmente, deve tratar o lote como grãos.

Semelhante ao que foi observado para o teste de germinação, no teste de emergência o lote 2 apresentou maior vigor ($p<0,05$), com média de 85 e 94% para os lotes 1 e 2, respectivamente. O teste de emergência, por sua vez, tem sido amplamente utilizado como ferramenta para estimar o vigor em lotes de sementes, principalmente porque simula as condições de campo. Em condições adversas, a capacidade de expressar seu potencial genético e fisiológico pode estar limitada a organização celular e de membranas, grau de deterioração das reservas da semente (DOMERGUE et al., 2019) e disponibilidade de recursos necessários à germinação.

Como alternativa aos testes convencionais mencionados acima, diversos autores relatam resultados promissores para classificar lotes com diferentes níveis de vigor em até 42 horas (CAVALCANTE et al., 2020) ou menos (DODE et al., 2013; LEITE et al., 2018; SILVA, 2019). Contudo, alguns são passíveis de falhas no que diz respeito ao uso de reagentes, que são caros ou por que precisam de conhecimento técnico para o preparo das soluções.

Os testes realizados com o sensor de CO₂ permitiram obter diferença significativa entre os lotes a partir das 2h45min até as 5h00min de avaliação (Figura 1). Para o lote 1, a máxima produção de CO₂ estimada pela equação ocorreu no tempo de 3h50min. No que se refere ao lote 2, os resultados não se ajustaram ao modelo testado. Com base nestes resultados é possível afirmar que o lote 1 apresentou baixo vigor e, consequentemente, maior consumo de oxigênio e degradação de reservas, resultando na liberação de CO₂ (SILVA et al., 2017).

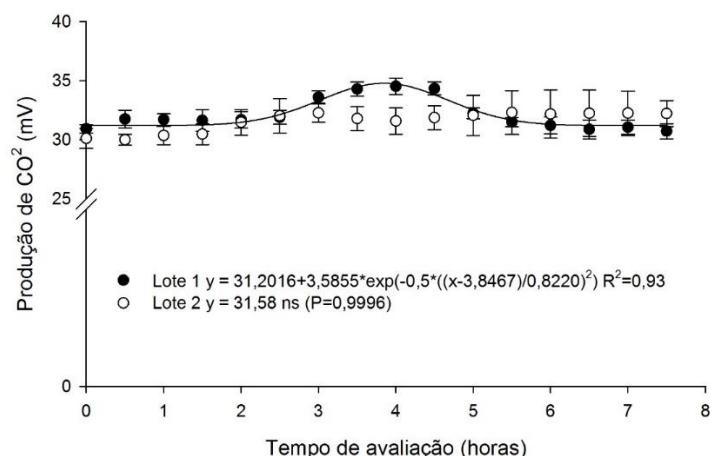


Figura 1. Produção de CO₂ em dois lotes de soja com diferentes níveis de vigor.
Pelotas – RS, UFPel 2020.

Similar ao que ocorre nas fases da germinação, no processo de respiração (Figura 1) ocorre a reativação do metabolismo das sementes, reparo de proteínas e ácido nucleico, fazendo com que a conversão das reservas acumuladas influencie no tempo até a protrusão da radícula (DOMERGUE et al., 2019). Dessa forma, a atividade metabólica é mais intensa nas fases I e II da germinação e, portanto, nessas fases se observa maior atividade respiratória e produção de CO₂. Durante a respiração em sementes, nem todo oxigênio consumido é convertido em CO₂ (LAMARCA e BARBEDO, 2012), de modo que a liberação de dióxido de carbono representa 1/3 do consumo de O₂ pelas sementes durante o processo de germinação.

4. CONCLUSÕES

A avaliação de CO₂ produzido durante a respiração em sementes de soja permitiu classificar os lotes em diferentes níveis de vigor em até cinco horas de avaliação, superando os testes convencionais utilizados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.
- CAVALCANTE, J.A.; GADOTTI, G.I.; TERNUS, R.M.; XAVIER, F.M.; SILVA, R.N.O.; EBERHARDT, P.E.R.; MARTINS, A.B.N.; FERRAZ, H.N.; MAZON, A.S.; TUNES, L.V.M. Evaluation of ethanol preconditioning as a rapid seed vigour and viability test. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, n.7, p.1045, 2019.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 21 set. 2020.
- DODE, J. S.; MENEGHELLO, G. E.; TIMM, C.; MORAES, D. M.; PESKE, S. T. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.193-198, 2013.
- DOMERGUE, J. B.; ABADIE, C.; LIMAMI, A.; WAY, D.; TCHERKEZ, G. Seed quality and carbon primary metabolism. **Plant, Cell & Environment**, v.42, n.10, p.2776-2788, 2019.
- LAMARCA, E.V.; BARBEDO, C.J. Short storability of *Caesalpinea echinata* Lam. seeds as a consequence of oxidative process. **Hoehnea**, v.39, n.4, p.577-586, 2012.
- LEITE, M.S.; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; LEITE, T.S.; PAIVA, E.P. Vigor determination of okra seeds by respiratory activity. **Bioscience Journal**, v.34, n.6, p.1551-1554, 2018.
- SILVA, J.L.; COSTA, F.B. NASCIMENTO, A.M.; SANTIAGO, M.M.; GADELHA, T.M. Cinética de respiração de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) sob diferentes concentrações de NaOH. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.4, p.798-801, 2017.
- SILVA, J.G. **Avaliação do vigor em sementes de soja por meio do CO₂ produzido durante a respiração**. 2019. 31 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Cap. 1.