



PRIMING COM KNO_3 E H_2O_2 EM SEMENTES DE SOJA: EFEITO NA GERMINAÇÃO E NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS

Leilaine Gomes da Rocha¹, Daynara Martins da Silva², Victor Garcia Holsbaque², Isabella Caroline Fritz Branquinho¹, Tathiana Elisa Masetto³

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, MS. leilaine.rocha27@gmail.com

²Discente do curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, MS.

³Orientadora, Docente, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, MS.

RESUMO

Essa pesquisa objetivou avaliar o efeito do *priming* induzido por nitrato de potássio (KNO_3) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em sementes de soja. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes da FCA/UFGD, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As sementes de soja foram submetidas ao condicionamento fisiológico com soluções de peróxido de hidrogênio e nitrato de potássio nas concentrações de 0; 1,0% e 1,5%. O efeito do condicionamento fisiológico induzido por KNO_3 e H_2O_2 foi avaliado no índice de velocidade de protrusão da raiz primária, índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, percentual de germinação de sementes, comprimento de parte aérea e de raiz, massa fresca e massa seca de parte aérea e de raiz de plântulas. Com o *priming* com KNO_3 e H_2O_2 obteve-se maior velocidade da protrusão da raiz e de comprimento de parte aérea; e o comprimento da raiz foi maior com o *priming* com 1,0% de KNO_3 . O *priming* com H_2O_2 aumentou a massa fresca e seca da parte aérea; no entanto, o *priming* com KNO_3 e 1,5% de H_2O_2 resultaram em maior peso fresco da raiz e quanto a biomassa seca não houve diferença entre os agentes aplicados. Conclui-se que o *priming* de sementes com nitrato de potássio e peróxido de hidrogênio reduziu a velocidade da emissão das raízes e promoveu incrementos no desempenho das plântulas soja. Os benefícios da técnica foram mais expressivos no aumento do comprimento e da biomassa das plântulas de soja.

PALAVRAS-CHAVE: Condicionamento fisiológico; Tratamento de sementes; Qualidade de sementes.

1 INTRODUÇÃO

A soja é economicamente muito importante pois atende as necessidades de proteínas das populações modernas e, atualmente, é considerada a principal fonte mundial de proteína vegetal. O aumento da produção de soja no Brasil sempre esteve associado aos avanços científicos e tecnológicos do setor agrícola, estimulado pela demanda do grão em diversas cadeias produtivas (Szczerba et al., 2021; Tolo et al., 2021).

Considerando que a germinação de sementes e a emergência de plântulas eficientes, rápidas e uniformes constituem a premissa para o sucesso da cultura da soja e a obtenção de elevados rendimentos (Reed et al., 2022), o condicionamento fisiológico ou *priming* de sementes, tem desempenhado um papel vital na indústria de sementes em prol do aumento da produtividade agrícola (Singh et al., 2020). Por meio da embebição lenta e gradual de sementes, o condicionamento permite a ativação do “metabolismo pré-germinativo”, mas evitando a formação completa da plântula (Paparella et al., 2015). Assim, as sementes podem ser secas, armazenadas e diversas substâncias podem ser usadas nas soluções de condicionamento fisiológico. Após o tratamento, as sementes encontram-se metabolicamente avançadas, levando a uma fase reduzida de latência após a semeadura e, portanto, a uma germinação mais rápida e uniforme (Finch-Savage e Bassel, 2016).

Estudos prévios indicaram os efeitos positivos do condicionamento fisiológico de sementes com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e nitrato de potássio (KNO_3) em diversas



espécies. Em sementes de soja, o *priming* com peróxido de hidrogênio (1,0%) reduziu o tempo médio de germinação de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica, em comparação ao nitrato de potássio (Miladinov et al., 2018). Em sementes de milho, o condicionamento com peróxido de hidrogênio (20 mL L⁻¹), aumentou a tolerância ao frio, demonstrado pelo aumento da germinação de sementes, velocidade e crescimento de plântulas e elevação da atividade enzimática antioxidante (Ahmad et al., 2012). Em sementes de arroz, o condicionamento fisiológico com 1 e 5 mM de H₂O₂ melhorou o crescimento e a biomassa das plantas submetidas ao estresse hídrico, bem como o teor relativo de água, teor de malondialdeído e conteúdo de eletrólitos (Weeraphorn e Patanagul, 2020).

Em diversos trabalhos foram demonstrados os efeitos benéficos do *priming* induzido com nitrato de potássio no desempenho de sementes de várias espécies, com incrementos na germinação e/ou tolerância às condições adversas. O *priming* de sementes de arroz com KNO₃ proporcionou resultados mais elevados de germinação e aumentou a velocidade e a uniformidade da germinação das sementes (Ruttanaruangboworn, et al. 2017). Em sementes de trigo, o *priming* com KNO₃ proporcionou maior taxa de germinação, crescimento inicial e vigor de plântulas quando submetidas em condições de estresse salino com NaCl (Steiner et al., 2018). A imersão em solução de KNO₃ foi eficiente para a superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum; os autores atribuíram os resultados positivos à biossíntese de novos compostos provocados pelo nitrato de potássio (Pereira et al., 2021).

Considerando que o *priming* de sementes pode promover incrementos no desempenho de sementes de soja, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento fisiológico induzido por peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e nitrato de potássio (KNO₃) em sementes de soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Os experimentos foram realizados com amostras de sementes de soja, produzidas na safra 2023/2024 e uniformes quanto ao tamanho. O teor de água das sementes foi determinado pelo método gravimétrico em estufa, a 105 °C (± 3 °C) durante 24 horas, com quatro repetições, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009).

Priming de sementes de soja com H₂O₂

As sementes de soja foram condicionadas em soluções de peróxido de hidrogênio (H₂O₂; 176,12 g/mol) a 1,0% e 1,5%, em quatro repetições com 50 sementes cada. As sementes foram distribuídas em uma única camada em bandejas de plástico com dimensões de 8,60 x 37,20 x 53,20 cm, entre quatro folhas de papel Germitest® umedecidas com as soluções de peróxido de hidrogênio na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, sendo duas folhas por baixo e duas por cima da camada de sementes. As bandejas foram envoltas em sacos plástico e mantidas em câmara do tipo B.O.D a 25 °C, por um período de 12 h (adaptado de Sadeghi et al. 2011). Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e secas até o teor de água de, aproximadamente, 13%, em estufa com circulação de ar a 30 °C. As sementes não submetidas ao condicionamento constituíram o controle.



Após a obtenção dos tratamentos, as sementes foram posicionadas em rolo de papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco.

Priming de sementes de soja com KNO₃

As sementes de soja foram condicionadas em soluções de nitrato de potássio (KNO₃; 101,10 g/mol) a 1,0 e 1,5%, em quatro repetições com 50 sementes cada. As sementes foram distribuídas em uma única camada em bandejas de plástico com dimensões de 8,60 x 37,20 x 53,20 cm, entre quatro folhas de papel Germitest® umedecidas com as soluções de KNO₃ na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, sendo duas folhas por baixo e duas por cima da camada de sementes. As bandejas foram envoltas em sacos plástico e mantidas em câmara do tipo B.O.D a 25 °C, por um período de 12 h (adaptado de Sadeghi et al. 2011). Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e secas até o teor de água de, aproximadamente, 13%, em estufa com circulação de ar a 30 °C. As sementes não submetidas ao condicionamento constituíram o controle.

Após a obtenção dos tratamentos, as sementes foram posicionadas em rolo de papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco.

Efeito do priming induzido por H₂O₂ e KNO₃ na germinação de sementes de soja

O efeito do condicionamento fisiológico induzido por H₂O₂ e KNO₃ foi avaliado nas seguintes características de germinação de sementes:

Índice de velocidade de protrusão da raiz primária: para o cálculo do índice, foi avaliado diariamente, o número de sementes que apresentaram raiz primária com comprimento mínimo de 2 mm.

Índice de velocidade de germinação: o índice de velocidade de germinação de sementes é calculado de acordo com a seguinte fórmula (Xia et al., 2023):

$$\sum \frac{Gt}{Dt}$$

Onde: “Gt” é o número de sementes que germinaram no “t” éximo dia; “Dt” é o número de dias necessários para a germinação de sementes.

Primeira contagem de germinação: realizado em conjunto ao teste de germinação, com o registro de plântulas normais obtidas no quinto dia após implantação do teste (Brasil, 2009).

Germinação de sementes: a avaliação foi realizada aos oito dias após a instalação do teste de germinação, registrando-se o percentual de plântulas normais conforme as RAS (Brasil, 2009).

Efeito do priming induzido por H₂O₂ e KNO₃ no desempenho de plântulas de soja

Após a obtenção de cada tratamento pré-germinativo, as sementes foram posicionadas em substrato de papel germitest, umedecido conforme indicado para o teste de germinação, empregando-se quatro repetições de 10 sementes por tratamento. A semeadura foi efetuada sobre linha traçada no terço superior do papel, no sentido longitudinal. As amostras foram mantidas verticalmente em germinador regulado a 30 °C por cinco dias. Decorrido o período, o comprimento de parte aérea e de raiz de todas as plântulas normais (Brasil, 2009) foram determinadas com auxílio de paquímetro digital (Nakagawa, 1999); os resultados foram expressos em centímetros.



Após a determinação de comprimento das partes das plântulas, a massa fresca e seca foi determinada a partir das mesmas plântulas normais obtidas anteriormente. As partes aéreas e de raiz foram separadas de cada plântula, colocadas em sacos de papel e pesadas em balança analítica de precisão; após, foram postas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C, durante 48 horas. Os cálculos foram efetuados dividindo-se a massa obtida pelo número de plântulas normais contidas em cada saco de papel e, posteriormente, a média aritmética para cada repetição; os resultados são expressos em gramas (Nakagawa, 1999).

Procedimento estatístico

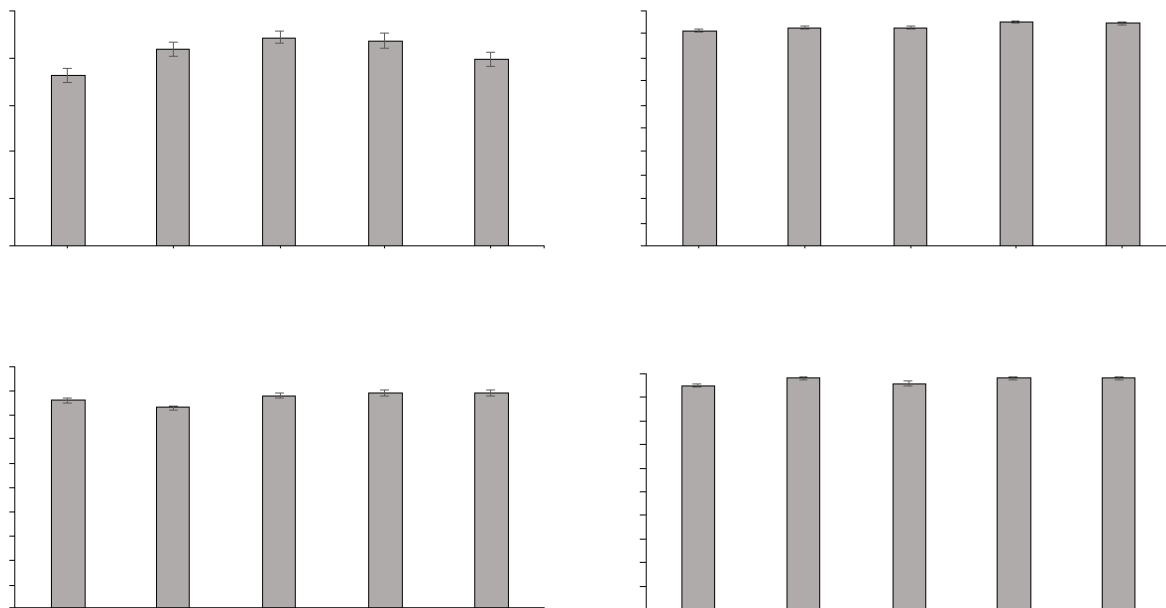
O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (KNO_3 e H_2O_2 , ambos nas concentrações de 1,0% e 1,5%; e o controle), em quatro repetições com 50 sementes. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, utilizando-se o Software Sisvar® (Ferreira, 2019). Os resultados, quando significativos, foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do efeito do *priming* de H_2O_2 e KNO_3 nos parâmetros de germinação de sementes de soja são apresentados na Figura 1. O *priming* com as soluções de KNO_3 a 1,0 e 1,5% e com H_2O_2 a 1,0%, promoveram os resultados mais elevados de índice de velocidade de protrusão da raiz (IVPr): 20,87; 22,16 e 21,83, respectivamente, sem diferenças significativas entre si (Figura 1A). O *priming* com H_2O_2 a 1,5% proporcionou IVPr de 19,81 e também foi significativamente superior ao controle, que apresentou a menor velocidade de protrusão da raiz primária.

O efeito do H_2O_2 no processo inicial da germinação de sementes está relacionado à regulação proteômica, que também controla a concentração de ácido abscísico nas sementes (Choudhary et al., 2024). O *priming* com KNO_3 tem papel notável na realização das fases da germinação antes da sementeira; o KNO_3 promove o crescimento das raízes atuando como nutriente e iniciador de processos cruciais de emergência e formação das plântulas (Zrig et al., 2022).

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), percentual de primeira contagem de germinação (PC) e de germinação (G), não houve diferença significativa entre os agentes condicionantes e as concentrações empregadas (Figuras 1B, 1C e 1D).



Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Figura 1. Parâmetros de (A) índice de velocidade de protrusão da raiz (IVPr), (B) índice de velocidade de germinação (IVG), (C) primeira contagem de germinação (PC, %) e (D) germinação (G, %) de sementes de soja submetidas ao *priming* com soluções de KNO_3 e H_2O_2

Fonte: Dados da pesquisa

O peróxido de hidrogênio desempenha duplo papel nos processos fisiológicos das plantas e as funções mediadas pelo H_2O_2 dependem da concentração e especificidades dos processos. Na germinação, os eventos bioquímicos desencadeados pela absorção de água são acompanhados pela formação de espécies reativas de oxigênio, por esse motivo, o acúmulo de H_2O_2 e os danos oxidativos associados são considerados fonte de estresse para a conclusão da germinação. No entanto, o H_2O_2 também é considerado um centro de sinalização para a regulação da dormência das sementes e essa regulação é crucial para o equilíbrio entre a sinalização, promotor da germinação e o dano oxidativo (Wojtyla et al., 2016; Choudhary et al., 2024).

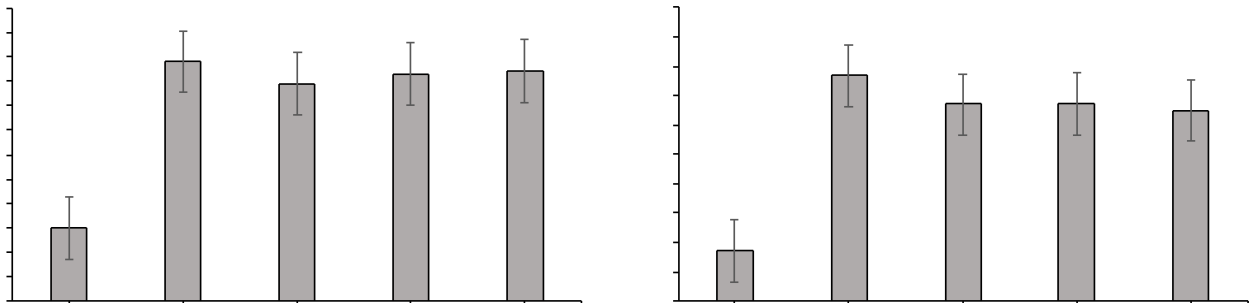
Outros estudos demonstraram que o KNO_3 exerce efeitos na superação da dormência de sementes e promove a germinação e uniformidade no crescimento das plantas (Lara et al., 2014; Ali et al., 2021). O efeito da preparação do KNO_3 está relacionado a concentração e método de aplicação, sugerindo efeitos do nitrato na regulação dos hormônios vegetais, em razão da modulação do metabolismo do ácido abscísico (ABA), que induz a dormência em sementes (Hernández et al., 2022).

Na figura 2 são apresentados os resultados de comprimentos de plântulas de soja. Embora não fossem observadas diferenças significativas entre os dois agentes condicionantes, o *priming* com KNO_3 e H_2O_2 proporcionou resultados mais elevados (em média, 9,36 cm) de comprimento da parte aérea das plântulas em relação ao controle (3,01 cm) (Figura 2A).

Os efeitos benéficos do *priming* de sementes também foram observados para o comprimento da raiz; o maior resultado, 15,35 cm, foi observado com KNO_3 na concentração de 1,0%, seguido dos demais tratamentos de *priming* que não apresentaram



diferenças significativas entre si, e cujo resultado médio foi de 13,27 cm (Figura 2B). O menor resultado de comprimento de raiz, 3,42 cm, foi observado para o controle (Figura 2B).



Letras minúsculas comparam os efeitos das diferentes concentrações de KNO_3 e H_2O_2 em plântulas de soja (Scott-Knott, $p < 0,05$)

Figura 2. Parâmetros de (A) comprimento de parte aérea (CPA, cm plântula⁻¹), (B) comprimento da raiz (CR, cm plântula⁻¹) de plântulas de soja provenientes de sementes submetidas ao *priming* com soluções de KNO_3 e H_2O_2

Fonte: Dados da pesquisa

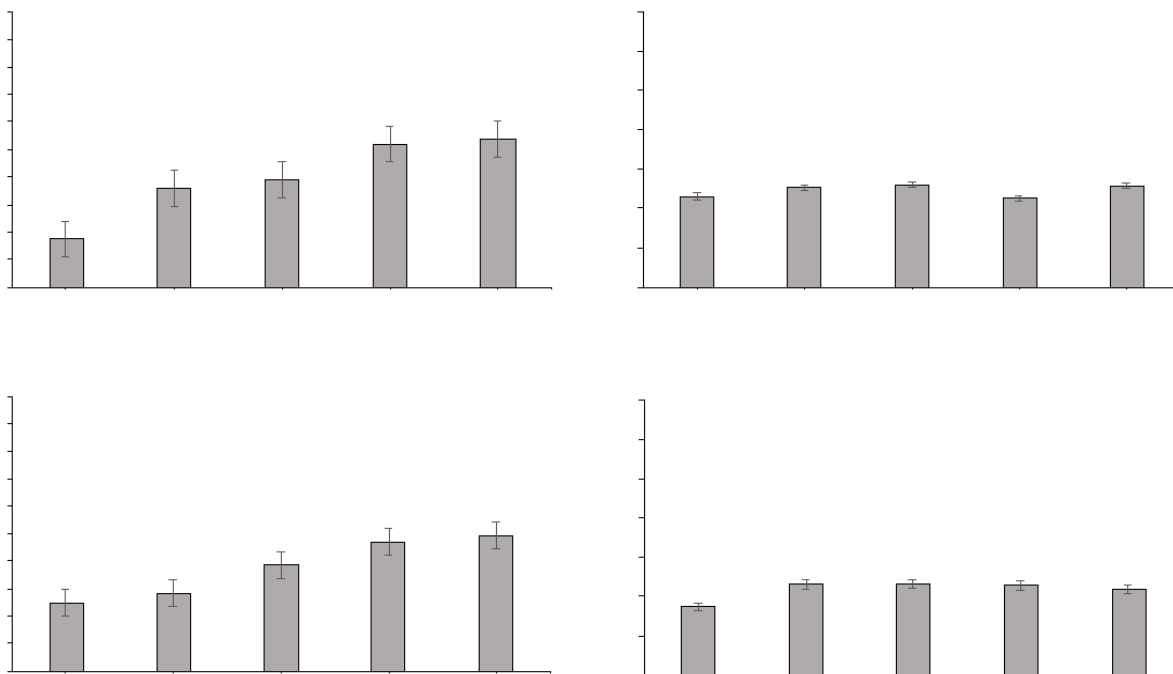
Semelhante aos resultados do presente estudo, Ali et al. (2021) observou os efeitos do *priming* com KNO_3 no desenvolvimento de plântulas de arroz, que resultou em maior comprimento da raiz, caule e biomassa das plântulas. O KNO_3 influencia o comprimento das plântulas em razão do fornecimento do nitrogênio, constituinte indispensável de vários compostos orgânicos, como aminoácidos e proteínas (Dagne et al., 2024). Ruttanaruangboworn et al. (2017) aponta que a aplicação da concentração de 1,0% de KNO_3 aumentou a capacidade de embebição por sementes de arroz, melhorando o percentual de germinação e de crescimento das plântulas, em comparação com a solução de KNO_3 a 2,0%. Isso sugere que uma concentração mais alta pode criar gradientes de concentração e interromper o processo de embebição (Narejo et al., 2022). Dessa forma, entende-se que o *priming* de sementes está diretamente relacionado a fatores como espécie, concentração da solução aplicada e tempo de exposição das sementes (Choudhary et al., 2024).

Para a massa da matéria fresca da parte aérea, os tratamentos com H_2O_2 foram significativamente superiores em relação aos tratamentos com KNO_3 . Verifica-se que, sem o *priming*, os resultados de massa fresca de parte aérea das plântulas foram inferiores em relação aos das sementes submetidas ao *priming* (Figura 3A). Para a massa seca de parte aérea das plântulas, o *priming* com ambas as concentrações de KNO_3 e com H_2O_2 a 1,5% foram significativamente superiores em relação ao controle e aos demais tratamentos (Figura 3B). Esses resultados indicam que o *priming* é eficiente para aumentar a capacidade de translocação de reservas do eixo embrionário para o crescimento da parte aérea das plântulas de soja.

Resultados semelhantes à massa fresca da parte aérea foram observados para a massa fresca da raiz. O *priming* com soluções de H_2O_2 foi significativamente superior em relação aos demais tratamentos e ao controle (Figura 3C). O *priming* com KNO_3 a 1,0% e o controle não diferiram entre si e apresentaram os resultados mais baixos de massa fresca de raiz (Figura 3C). Os efeitos positivos do *priming* também foram evidenciados pela análise de massa seca da raiz; sendo que os resultados foram significativamente mais elevados



com o *priming*, independente do agente condicionante e da concentração (Figura 3D). O menor resultado de massa seca da raiz foi observado para o controle.



Letras minúsculas comparam os efeitos das diferentes concentrações de KNO_3 e H_2O_2 em plântulas de soja (Scott-Knott, $p < 0,05$)

Figura 3. Parâmetros de (A) massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA, g plântula⁻¹), (B) massa da matéria seca da parte aérea (MSPA, g plântula⁻¹), (C) massa da matéria fresca da raiz (MFR, g plântula⁻¹), (D) massa da matéria seca da raiz (MSR, g plântula⁻¹) de plântulas de soja submetidas ao *priming* com soluções de KNO_3 e H_2O_2

Fonte: Dados da pesquisa

As avaliações no crescimento inicial das plântulas e seus constituintes, parte aérea e raiz, permitem uma avaliação da velocidade e uniformidade na germinação (Rehmani et al., 2023). Barba-Espin et al. (2010) observou o incremento no peso fresco e comprimento de plântulas de ervilhas quando submetidas ao *priming* com H_2O_2 ; segundo os autores, os resultados mostram que o efeito do H_2O_2 no crescimento das plântulas foi fortemente correlacionado com reduções nos conteúdos dos hormônios ABA e zeatina.

O principal determinante da biomassa de uma cultura é a taxa cumulativa de fotossíntese ao longo do tempo de crescimento e desenvolvimento (Parry et al., 2010). A aplicação exógena de H_2O_2 resulta, portanto, em um aumento significativo na massa fresca das raízes, promovendo um sistema radicular vigoroso (Hameed et al., 2004).

Considerando que a germinação rápida e a formação de plântulas vigorosas é essencial para a formação do estande de plantas, o *priming* com KNO_3 e H_2O_2 foi eficiente como método pré-germinativo para reduzir a velocidade de protrusão da raiz e, sobretudo, promover incrementos nos atributos de crescimento de plântulas de soja.



4 CONCLUSÃO

O *priming* de sementes com nitrato de potássio (KNO_3) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) reduz a velocidade de emissão da raiz primária e promove incrementos no desempenho das plântulas de soja. Os benefícios da técnica são mais expressivos no comprimento e na biomassa da parte aérea e da raiz das plântulas.

REFERÊNCIAS

AHMAD, Ijaz et al. Effect of seed *priming* with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. **African Journal of Biotechnology**, 11 (5), 1127-1132, 2012. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44311384/Effect_of_seed_priming_with_ascorbic_aci_20160401-23920-1vnxmo1-libre.pdf?. Acesso em: 26 mai. 25

ALI, Lawan Gana. et al. Efficacy of KNO_3 , SiO_2 and SA *priming* for improving emergence, seedling growth and antioxidant enzymes of rice (*Oryza sativa*), under drought. **Scientific Reports**, 11: 3864, 2021. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-83434-3>. 30 mai. 25

BARBA-ESPÍN, Gregorio et al. Interaction between hydrogen peroxide and plant hormones during germination and the early growth of pea seedlings. **Plant, Cell & Environment**, 33, 981-984, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3040.2010.02120.x>. Acesso em: 31 mai. 25

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CHOUDHARY, Rashmi et al. Comprehensive journey from past to present to future about seed *priming* with hydrogen peroxide and hydrogen sulfide concerning drought, temperature, UV and ozone stresses- a review. **Plant and Soil**, 500, 351-373, 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-024-06499-9>. Acesso: 26 mai. 2025

DAGNE, Belay Andarge. et al. Response of hot pepper (*Capsicum annuum*) to potassium nitrate seed *priming*. **Advances in Agriculture**, 1, 6881808, 2024. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2024/6881808>. Acesso em: 30 mai. 25.

FERREIRA, Daniel Ferreira. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, 37(4), 529–535, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 31 mai. 25

FINCH-SAVAGE, William E.; BASSEL, George W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, 67, 567-5912016. Disponível em:



<https://academic.oup.com/jxb/article/67/3/567/2893341?login=false>. Acesso em: 26 mai. 25

HERNÁNDEZ, José A et al. Potassium nitrate treatment is associated with modulation of seed water uptake, antioxidative metabolism and phytohormone levels of pea seedlings. **Seeds**, 1(1), 5-15, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2674-1024/1/1/2#B11-seeds-01-00002>. Acesso em: 29 mai. 25

LARA, Tulio S et al. Potassium nitrate *priming* affects the activity of nitrate reductase and antioxidant enzymes in tomato germination. **Journal of Agricultural Science**. 6, 72, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2021.1921201>. Acesso em: 29 mai. 25

MILADINOV, Zlatica et al. Effect of *priming* on soybean seed germination parameters. **Acta Agriculturae Serbica**, 23(45), 15-26, 2018. Disponível em: <https://fiver.ifvcns.rs/bitstream/handle/123456789/1766/1763.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mai. 25

NAKAGAWA, João. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, Francisco Carlos; VIEIRA, Roberval Daiton; FRANÇA-NETO, José de Barros (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 224, 1999.

NAREJO, Ghulam Abbas et al. Effect of hydro and KNO₃ *priming* on seed germination of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under gnotobiotic conditions. **Journal of Plant Growth Regulation**, 42, 1592-1603, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-022-10644-y>. Acesso em: 29 mai. 25

PAPARELLA, Stefania et al. Seed *priming*: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, 34, 1281–1293, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00299-015-1784-y>. Acesso em: 26 mai. 25

PARRY, Martin AJ et al. Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency. **Journal of Experimental Botany**, 62(2), 453-467, 2011. <https://academic.oup.com/jxb/article/62/2/453/591861>. 30 mai. 25

PEREIRA, Thaís Soares et al. Potassium nitrate to overcome dormancy of *Urochloa humidicola* Common seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, 42(3), 963-978, 2021. Disponível: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/40397>. Acesso em: 27 mai. 25

REED, Reagan C et al. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. **Heredity**, 128, 450-459, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41437-022-00497-2>. Acesso em: 27 mai. 25

REHMANI, Muhammad Saad et al. Seedling establishment: The neglected trait in the seed longevity field. **Plant Physiology and Biochemistry**, 200, 107765, 2023. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942823002760>. Acesso em: 31 mai. 25

RUTTANARUANGBOWORN, Anisa et al. Effect of seed *priming* with diferente concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Integrative Agriculture**, 16(3), 605-613, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311916614417>. Acesso em: 28 mai. 25

SADEGHI, Hossein et al. Effect of seed *osmopriming* on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). **Journal of Agricultural and Biological Science**, 6(1), 39-46, 2011. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/113075990/jabs_0111_231-libre.pdf?. Acesso em: 26 mai. 25

SINGH, Vipin Kumar et al. Chapter 6 - Seed *priming*: state of the art and new perspectives in the era of climate change. *In*: Prasad, M. N. V.; Pietrzykowski, M. (eds) **Climate Change and Soil Interactions**, Elsevier, 2020, p.143-170. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00006-0>. Acesso em: 27 mai. 25

STEINER, Fábio et al. Potassium nitrate *priming* mitigates salt stress on wheat seedlings. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(4), 989-1000, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16773>. Acesso em: 27 mai. 25

SZCZERBA, Anna et al. Effect of low temperature on germination, growth, and seed yield of four soybean (*Glycine max* L.) cultivars. **Agronomy**, 11(4), 800, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/4/800>. Acesso em: 27 mai. 25

TOLOI, Marley NV et al. Development Indicators and Soybean Production in Brazil. **Agriculture**, 11(11), 1164, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/11/1164>. Acesso em: 26 mai. 25

WEERAPHORN, Jira Anunkul; PATTANAGUL, Wattana. Seed *priming* with hydrogen peroxide alleviates the effects of drought stress in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 48(1), 273-283, 2020. Disponível em: <https://ftp.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/11829>. Acesso em: 26 mai. 25

WOJTYLA, Lukasz et al. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. **Frontiers in Plant Science**, 7, 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00066/full>. Acesso em: 26 mai. 25

XIA, Jun et al. Seed *priming* with gibberellin regulates the germination of cotton seeds under low-temperature conditions. **Journal of Plant Growth Regulation**, 42(1), 319-334, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-021-10549-2>. Acesso em: 26 mai. 25



ZRIG, Ahlem et al. Impact of sprouting under potassium nitrate *priming* on nitrogen assimilation and bioactivity of three *Medicago* species. **Plants**, 11(1), 2022.
<https://www.mdpi.com/2223-7747/11/1/71>. Acesso em: 29 mai. 25