

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

TEOR DE AÇÚCAR SOLÚVEL EM PLÂNTULAS DE GIRASSOL SOB DIFERENTES ELICITORES

**Laélcio Novato Ribeiro Filho, Marcos Ferreira Almeida, João Victor Martins de
Araújo Almeida, Milton Carriço Sá, Vinícius Alves Rodrigues, Raul Antônio
Araújo do Bonfim, Paulo Araquém Ramos Cairo.**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Estrada do Bem-Querer, km 4, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brazil, CEP 45031-900.
laelcionovato@gmail.com, marcosagro2014@gmail.com, joaovmartins1408@gmail.com,
milton.carriço@hotmail.com, vinicius14cnn@gmail.com, raularaujoraul@gmail.com,
pcairo@uol.com.br

Resumo

Helianthus annuus, o girassol, possui ciclo anual e atualmente cultivado em todo o mundo. A germinação das sementes é um processo de três etapas que compreendem a embebição, ativação da produção de ATP e emissão da radícula. Processos fisiológicos das plantas são regulados por diferentes osmoprotetores compatíveis, como açúcares solúveis. Assim, objetivou-se analisar o teor de açúcares solúveis em plântulas de variedades de girassol submetidas a diferentes elicitores. O experimento foi conduzido em laboratório na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado-DIC, em esquema fatorial 4×4 , sendo quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e quatro elicitores [T (Testemunha), Ácido salicílico (AS, $2,5 \text{ mmol L}^{-1}$), Nitroprussiato de sódio (SNP, $100 \mu\text{mol L}^{-1}$) e Stimulate® (STML, $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$)]. Maiores valores de açúcares solúveis foram encontrados na variedade Tera 868. A pré-embebição de ácido salicílico em sementes de girassol, aumentou o teor de açúcares solúveis favorecendo o vigor das plântulas.

Palavras-chave: ácido salicílico. nitroprussiato de sódio. bioestimulante. germinação.

Área do Conhecimento: Agronomia.

Introdução

Helianthus annuus, o girassol, é cultivado no mundo todo e possui alta importância para algumas regiões do mundo (HOSNI *et al.*, 2022). É uma eudicotiledônia com ciclo anual e compreende 49 espécies, com origem no México, uma das maiores fontes de óleo vegetal comestível, o que faz esta planta ter um grande interesse comercial (FERNÁNDEZ-MARTINEZ *et al.*, 2004; USDA, 2023). Devido à sua versatilidade e adaptabilidade pode ser e tem sido implantada em todas as regiões brasileiras (SANTOS *et al.*, 2019).

A germinação das sementes é um processo de três etapas que compreendem a embebição, na qual as sementes absorvem água e são submetidas ao processo de hidrólise de reservas (ALI; ELOZEIRI, 2017; CHENG *et al.*, 2018); ativação da produção de ATP na glicólise, pelo ciclo de Krebs, na cadeia respiratória e a terceira etapa que compreende a emissão da radícula através do tegumento da semente (HAJ SGHAIER *et al.*, 2023).

As plantas produzem metabólitos secundários e diferentes osmoprotetores compatíveis, como açúcares solúveis, que ajudam a regular os processos fisiológicos da planta e a estabilizar a integridade de enzimas e da membrana celular na defesa contra injúrias e estresses (SIDDIQUI *et al.*, 2019). Durante a germinação os carboidratos, antes em forma de amido são digeridos a açúcares solúveis, os quais são mobilizados para o eixo de crescimento das raízes com finalidade de suprir as necessidades energéticas, devido à sua disponibilidade, difusão e transporte, que são garantidos pela osmose por estarem presentes no citosol (BEWLEY *et al.*, 2006). Sementes que possuem maior capacidade e

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

eficiência de hidrólise são capazes de formar mudas com maior potencial de estabelecimento e crescimento (PADILHA *et al.*, 2022).

Existem evidências de que o ácido salicílico (AS), o nitroprussiato de sódio (SNP) e bioestimulante Stimulate® (STML) podem garantir a germinação de sementes de diversas espécies (HAYAT *et al.*, 2014). O AS é um hormônio de caráter fenólico que atua como sinalizador e influi o crescimento celular e outros processos fisiológicos (GORNÍ *et al.*, 2017). O SNP é uma molécula gasosa, diminuta e reativa, que se propaga prontamente pelas células e interage com diferentes compostos celulares, exercendo diversas funções na fisiologia das plantas (HASANUZZAMAN *et al.*, 2018). Já o STML é um bioestimulante registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, constituído de ingredientes ativos que ocorrem naturalmente em plantas, tais como: cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico (STOLLER, 2023), que tem ação em processos de divisão e alongamento celular (DU JARDIN, 2015). Portanto, objetivou-se analisar o teor de açúcares solúveis em plântulas de variedades de girassol submetidas a diferentes elicitores.

Metodologia

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, localizada a 14°53'08" latitude Sul e 40°48'02" longitude oeste, com altitude média de 840 m. As médias térmicas mostram máximas de 26,4 °C e mínimas de 16,1 °C, com média anual de 20,2 °C e a precipitação média anual de 733,9 mm.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 × 4, sendo quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e quatro elicitores [T (Testemunha) – sem adição de elicitor, Ácido salicílico (AS, 2,5 mmol L⁻¹), Nitroprussiato de sódio (SNP, 100 µmol L⁻¹) e Stimulate® (STML, 0,5 mmol L⁻¹)]. As sementes utilizadas foram fornecidas pela Heliagro – Science and Crops.

As sementes foram submetidas a teste de germinação conduzido com quatro subamostras de 25 sementes para cada repetição/tratamentos, distribuídas sobre papel germitest. O tratamento testemunha foi conduzido com água deionizada e para os demais utilizou-se seus respectivos elicitores até o final do experimento, na proporção de duas vezes e meia a massa do papel germitest seco. As sementes foram consideradas germinadas quando a radícula emergiu e se alongou em pelo menos 2 mm. Ao final do experimento (14 dias após semeadura), a parte aérea das plântulas foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft, mantidas em estufa a 70 °C, por 72 horas para obtenção de massa seca.

Os teores de açúcares solúveis, foram quantificados em extratos obtidos da massa seca das plântulas do teste de germinação. Para a obtenção do extrato, foi utilizado, como extrator, 15 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M, adicionados a 200 mg de material vegetal seco, homogeneizado e triturado. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 45 minutos, a 2.500 x g. O sobrenadante foi recolhido para quantificação. A quantificação dos teores de açúcares solúveis foi baseada no método proposto por Yemm e Willis (1954). Foi adicionada uma alíquota do extrato a 2 mL de antrona, completando com água deionizada até atingir o volume reacional de 3 mL, em recipiente mantido sob resfriamento. O volume reacional foi colocado em banho-maria, a 100 °C, por 3 minutos, com posterior resfriamento, para a realização das leituras espectrofotométricas a 620 nm. Os resultados foram expressos em mg de açúcares solúveis g⁻¹ massa seca.

Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade, pelo teste de Cochran e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Lilliefors. Logo após, foram submetidos à análise de variância e quando indicado, ao teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.4 (FERREIRA, 2011).

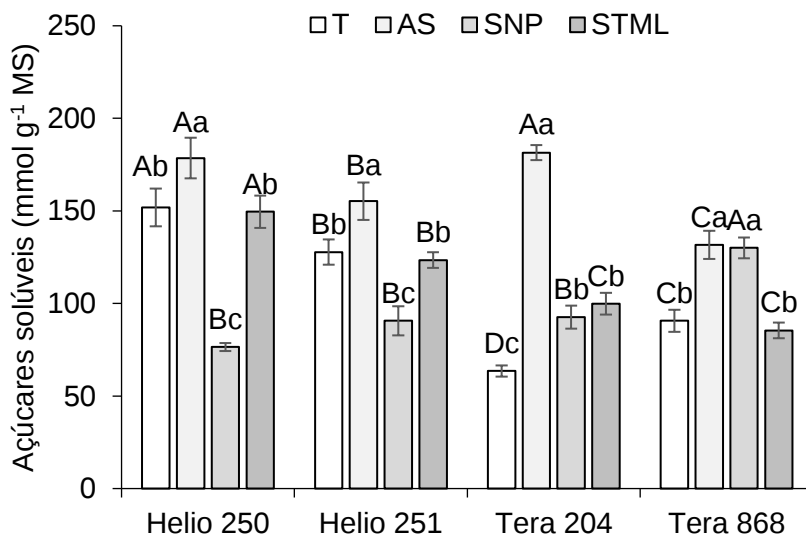
Resultados

Diferenças significativas foram verificadas para as variedades e elicitores (Figura 1). As plântulas da variedade Tera 868 demonstraram menores valores médios (347,15 mmol g⁻¹ MS) nos teores de açúcares solúveis quando aplicados os elicitores. Contudo, as sementes embebidas com ácido salicílico revelaram maiores teores de açúcares para as variedades Helio 250 e Tera 204. O teor de

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

açúcares solúveis aumentou em todas as variedades quando se utilizou o elicitor AS em relação à testemunha.

Figura 1 – Teores de açúcares solúveis em plântulas de variedades de girassol submetidas a diferentes elicitores. Testemunha (T), ácido salicílico (AS), nitroprussiato de sódio (SNP) e Stimulate® (STML).



Letras maiúsculas diferem entre as variedades de girassol e letras minúsculas entre os elicitores a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Próprio autor (2023).

Discussão

A atividade das enzimas hidrolíticas é indispensável para que ocorra a quebra do amido e abastecimento de açúcares solúveis para o eixo embrionário, durante a germinação de sementes (KUMARI et al., 2010). O AS induz a síntese e atividade de enzimas hidrolíticas (MABROUK et al., 2019), o que pode explicar o aumento do teor de açúcares solúveis na presença do elicitor para todas as variedades em relação à testemunha, especialmente nas variedades Helio 250 e Tera 204.

O SNP é um dos principais doadores de óxido nítrico (ON). Este tem ação no aumento da atividade dessas enzimas durante a germinação o que foi comprovado em alguns trabalhos prévios (BELIGNI et al., 2002; ZHENG et al., 2009; AMOOAGHAIE & NIKZAD, 2013), concordando com o aumento no teor de açúcares solúveis nas variedades Tera 204 e Tera 868, em relação à testemunha.

Conclusão

A pré-embebição de ácido salicílico em sementes de girassol, aumentou o teor de açúcares solúveis favorecendo o vigor das plântulas.

Referências

- AMOOAGHAIE, R. & NIKZAD, K. The role of nitric oxide in priming-induced low temperature tolerance in two genotypes of tomato. **Seed Science Research**, v.23, p.1-9, 2013.
- BELIGNI, M.; FATH, A.; BETHKE, P.C.; LAMATTINA, L. & JONES, R.L. Nitric oxide acts as an antioxidant and delays programmed cell death in barley aleurone layers. **Plant Physiology**, v.129, p.1642-1650, 2002.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

BEWLEY, J. D.; BLACK, M.; HALMER, P. **The encyclopedia of seeds: science, technology and uses**. Cabi, 2006.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scien. Hortic.**, v. 196, p. 3–14, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J. M.; VELASCO, L.; PÉREZ-VICH, B.. Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. In: **Proceedings of the 16th International Sunflower Conference**. 2004. p. 1–14.

GORNI, P.H.; BROZULATO, M.O.; LOURENÇO, R.S.; KONRAD, E.C.G. Increased biomass and salicylic acid elicitor activity in Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller). **Braz. J. Food Technol.**, v. 20, e2016172, p. 7, 2017.

HAI SGHAIR, A.; KHAEM, H.; TARNAWA, Á.; KOVÁCS, G. P.; GYURICZA, C. & KENDE, Z. Germination and Seedling Development Responses of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds to Temperature and Different Levels of Water Availability. **Agriculture**, v. 13, n. 3, p. 608, 2023.

HASANUZZAMAN, M.; OKU, H.; NAHAR, K.; BHUYAN, B.; MAHMUD, J.A.; BALUŠKA, F.; FUJITA, M. Nitric oxide-induced salt stress tolerance in plants: ROS metabolism, signaling, and molecular interactions. **Plant Biotechnol. Rep.**, v. 12, n. 2, p. 77–92, 2018.

HAYAT, S.; YADAV, S.; ALYEMENI, M. N. & AHMAD, A. Effect of sodium nitroprusside on germination and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Bulg. J. Agric. Sci.**, v. 20, n. 1, p. 140-144, 2014.

HOSNI, T.; ABBES, Z.; ABAZA, L.; MEDIMAGH, S.; BEN SALAH, H.; KHARRAT, M. Biochemical Characterization of Seed Oil of Tunisian Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Accessions with Special Reference to Its Fatty Acid Composition and Oil Content. **J. Food Qual.**, v. 2022, p. 8, 2022.

KHAN, A.; BILAL, S.; KHAN, A.L.; IMRAN, M.; SHAHZAD, R.; AL-HARRASI, A.; AL-RAWAHI, A.; AL-AZHRI, M.; MOHANTA, T.K. & LEE, I.-J. Silicon and gibberellins: synergistic function in harnessing ABA signaling and heat stress tolerance in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). **Plants**, v. 9, n. 5, p. 620, 2020.

KHAN, M. I. R.; FATMA, M.; PER, T. S.; ANJUM, N. A.; KHAN, N. A. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Front. Plant Sci.**, v. 6, p. 462, 2015.

MABROUK, B.; KÂAB, S. B.; REZGUI, M.; MAJDOUB, N.; DA SILVA, J. T. & KÂAB, L. B. B. Salicylic acid alleviates arsenic and zinc toxicity in the process of reserve mobilization in germinating fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds. **South African Journal of Botany**, v.124, p.235-243, 2019.

PADILHA, M. S.; COELHO, C. M. M.; DE ANDRADE, G. C.; EHRHARDT-BROCARD, N. C. M. Seed vigor in the mobilization of reserves and formation of wheat seedlings. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, v. 17, n. 3, p. e1477–e1477, 2022.

SANTOS, J. M. S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, M. R.; ALMEIDA, A. T.; CASTRO, A. M. P. B. Agronomic and productive characteristics of sunflower intercropped with forage in a crop-livestock integration system. **Ver. Caatinga**, v.32, n.2, p.514–525, 2019.

SIDDIQUI, M.H.; ALAMRI, S.; AL-KHAISHANY, M.Y.; KHAN, M.N.; AL-AMRI, A.; ALI, H.M.; ALARAIDH, I.A.; ALSAHLI, A.A. Exogenous melatonin counteracts NaCl-induced damage by

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

regulating the antioxidant system, proline and carbohydrates metabolism in tomato seedlings. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 20, n. 2, p. 353, 2019.

STOLLER – Stoller do Brasil Ltda. **Por que Stimulate® é diferente?** Disponível em: <https://www.stoller.com.br/solucoes/fisiologicos/stimulate/>. Acesso em julho de 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. OILSEEDS: World Market and Trades; **USDA**: Washington, DC, USA, 2023.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochem. J.**, v. 57, n. 3, p. 508–514, 1954.

ZHENG, C.; JIANG, D.; LIU, F.; DAI, T.; LIU, W.; JING, Q. & CAO, W. Exogenous nitric oxide improves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v.67, p.222- 227, 2009.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa. Ao CNPq, CAPES e FAPESB pela concessão das bolsas de estudos aos autores. À empresa Heliagro – Science and Crops® pelo fornecimento das sementes.