

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCAR SOLÚVEL EM PLÂNTULAS DE GIRASSOL SOB DIFERENTES ELICITORES

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

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Estrada do Bem Querer, km 4, Caixa Postal 95, 45083-900 – Vitória da Conquista-BA, Brasil, vinicius14cnn@gmail.com, joaovmartins1408@gmail.com, laelcionovato@gmail.com, marcosagro2014@gmail.com, milton.carriço@hotmail.com, raularaujoraul@gmail.com, pcairo@uol.com.br

Resumo

A aplicação exógena de elicitores em plantas como os compostos orgânicos, dentre eles, o ácido salicílico (AS), o nitroprussiato de sódio (SNP) e o Stimulate® podem promover o aumento na síntese de açúcares solúveis. Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes elicitores sobre os teores de açúcares solúveis em plântulas de girassol. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista – BA. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 × 4, sendo quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e quatro elicitores (AS - 2,5 mmol L⁻¹, SNP - 100 µmol L⁻¹, STML - 0,5 mmol L⁻¹) acrescidas de uma testemunha (somente aplicação de água, sem os elicitores), sendo cinco repetições por tratamento. As variedades Helio 251 e Tera 868 demonstraram maior teores de açúcares solúveis, enquanto que, a aplicação do SNP se sobressaiu entre os demais elicitores. Portanto, a aplicação dos elicitores, em especial o SNP, contribuiu para o acúmulo de açúcares solúveis em plântulas de girassol.

Palavras-chave: Ácido salicílico. Nitroprussiato de sódio. Stimulate®. Vigor.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica e Agronomia.

Introdução

As plantas sintetizam uma grande diversidade de compostos orgânicos, como carboidratos, que contribuem para a aclimatação, sobrevivência e recuperação sob estresse abiótico (ZANDALINAS *et al.*, 2017). Os açúcares solúveis é uma pequena fração dos carboidratos produzidos pela planta via fotossíntese, no entanto, desempenham um papel crucial na sobrevivência em boas condições de crescimento e sob estresse ambiental (DORADO *et al.*, 2023). No geral, os estudos recentes têm evidenciado a atuação dos açúcares solúveis como reguladores osmóticos para manutenção do turgor celular, estratégia que aumenta as chances de sobrevivência das plantas sob estresse abiótico (KARVAR *et al.*, 2023).

A síntese desses compostos em sementes é imprescindível pois determinam o vigor das sementes, aumento da velocidade e taxa de germinação, fatores que contribuem para a emergência das plântulas e culminam na formação inicial e crescimento das mudas no campo (IZADI *et al.*, 2022). Logo, estudos que descrevem os efeitos decorrentes do acúmulo de açúcares solúveis auxiliam na avaliação das características morfofisiológicas das plantas, e fornecem dados importantes para pesquisa sobre melhoramento de culturas, bem como definir estratégias que visem mitigar efeitos de estresses abióticos (NADTOCHII *et al.*, 2019).

Nesse contexto, tem-se observado uma melhoria no crescimento vegetal, significativamente aumentado, quando há aplicação exógena de substâncias reguladoras do crescimento das plantas (RAFIQUE *et al.*, 2023). Esses compostos são conhecidos como elicitores, e representa uma classe de

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

insumos que podem acelerar o crescimento de plantas, mitigar os efeitos de estresses, melhorar a eficiência do uso de nutrientes, bem como os processos fisiológicos sem alterar sua via natural (LARIBI *et al.*, 2021). Zhao *et al.* (2021) observou que a aplicação de elicitores promoveu um aumento de diversos metabólitos, principalmente, açúcares solúveis em milho, demonstrando a contribuição desses compostos no desenvolvimento de plantas.

Entretanto, poucos trabalhos relatam o uso de diferentes elicitores e os seus efeitos sobre o aumento de açúcares solúveis em girassol. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação exógena de ácido salicílico, nitroprussiato de sódio e Stimulate® em plântulas de girassol.

Metodologia

Este estudo foi realizado em casa de vegetação, no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista – BA cujas coordenadas geográficas são 14°53'08" sul, 40°48'02" oeste, com uma altitude de 881 m. O clima da região é classificado como Tropical de Altitude (Cwb), de acordo a classificação de Köppen e Geizer (1901) sendo a precipitação média anual de 733,9 mm, concentrada nos meses de novembro a março, e temperatura média anual de 20,2°C, cujas médias máxima e mínima variam entre 26,4 °C e 16,1 °C, respectivamente.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente ao acaso-DIC, em esquema fatorial 4 × 4, cujos fatores foram quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e quatro elicitores (Ácido Salicílico - AS 2,5 mmol L⁻¹, Nitroprussiato de Sódio - SNP 100 µmol L⁻¹, Stimulate® - STML 0,5 mmol L⁻¹), acrescidas de uma testemunha (somente aplicação de água, sem os elicitores), cada tratamento foi composto por cinco repetições. As sementes utilizadas foram fornecidas Heliagro – Science and Crops.

A semeadura foi realizada a uma profundidade de 3 cm em bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm), contendo areia lavada e esterilizada em autoclave. Para a avaliação considerou-se como emergência, o número de sementes emergidas observadas por meio de contagens diárias e como critério de avaliação, as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo. Os elicitores foram aplicados via pulverização foliar, utilizando pulverizador manual, fornecendo-se em média soluções de 50 mL planta⁻¹ a cada sete dias. A primeira contagem foi realizada no 7º dia, computando-se a porcentagem de plântulas normais, sendo a contagem feita até o 14º dia.

O teor de açúcar solúvel foi determinado em plântulas, e 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, baseado 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, em espectrofotômetro modelo Biospectro SP-22. Os resultados foram expressos em mg de açúcar solúvel g⁻¹ de massa seca.

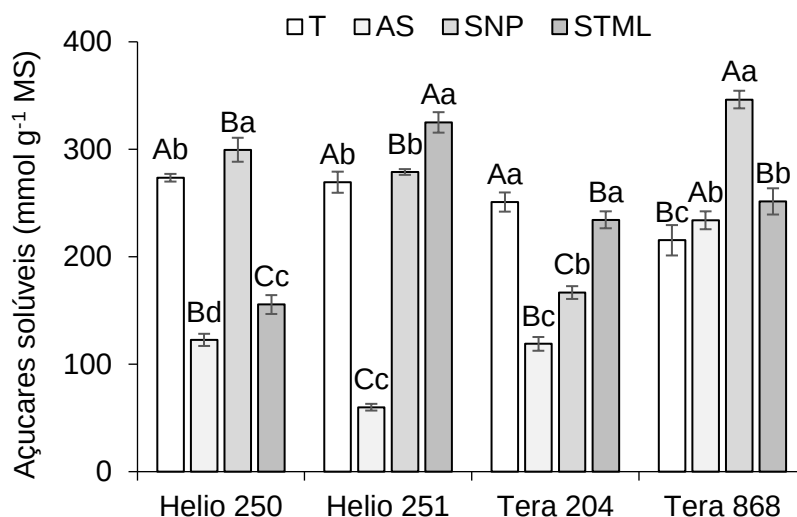
Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade, pelo teste de Cochran (1957), e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Lilliefors (1967). Posteriormente, foram submetidos à análise de variância e comparações múltiplas de médias, pelo teste de Scott-Knott (1974) (p < 0,05), com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados

Houve diferença estatística entre as variedades de girassol e elicitores aplicados (Figura 1). De modo geral, as variedades Helio 251 e Tera 868 revelou maior teor de açúcar solúvel em comparação com as demais. Quanto aos elicitores, o SNP contribuiu para maior acúmulo de açúcar solúvel na maioria dos tratamentos. Observa-se também que, o STML promoveu maior acúmulo de açúcar solúvel na variedade Helio 251. Esses resultados permitem inferir que a aplicação de elicitores, principalmente SNP, promove um maior acúmulo de açúcares solúveis em plântulas de girassol.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1 – Teor de açúcar solúvel em plântulas de variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) 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 minúsculas entre os elicitores a 5% de probabilidade pelo teste de *Scott-Knott*.

Fonte: Próprio autor (2023).

Discussão

O acúmulo de açúcar solúvel provocado pela aplicação de SNP, pode ser atribuída à sua interação com diferentes compostos dentro das células, que podem otimizar a capacidade fotossintética das plantas (WANG *et al.*, 2014). O SNP também tem função mediadora na resposta da auxina, hormônio responsável por promover a formação de raízes (SAMI *et al.*, 2018), o que pode ter contribuído para a emergência mais rápida das plântulas. Normalmente, o SNP é empregado como doador de óxido nítrico, que é essencial para processos metabólicos e no crescimento das plantas em ambientes normais (BAKHOUH *et al.*, 2023). O acúmulo de açúcares solúveis em plântulas, pode ser considerado como estimulador do crescimento vegetal em condições normais de desenvolvimento.

Além disso, os resultados observados quando foi aplicado o STML, se deve à natureza de sua composição, constituída da mistura de três biorreguladores vegetais que tem efeitos diretos no estímulo do crescimento vegetal, como aumento do vigor de semente (BULCHET *et al.*, 2019), mediante o acúmulo de açúcares solúveis, corroborando com os resultados nesse trabalho.

Conclusão

Os efeitos dos elicitores, especificamente o SNP e STML, favoreceram o acúmulo de açúcares solúveis, necessário para sustentar o metabolismo inicial e emergência das plântulas de girassol. As variedades Helio 251 e Tera 868 demonstraram melhor desenvolvimento inicial quando comparado as demais variedades. Todavia, são escassos os estudos envolvendo a aplicação dessas substâncias elitoras no desenvolvimento de plantas de girassol, carecendo de mais estudos que confirmem suas potencialidades em relação ao crescimento das plantas no campo.

Referências

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

BAKHOUM, G. S.; SADAK, M. S.; THABET, M.S. Induction of tolerance in groundnut plants Against drought stress and Cercospora leaf spot disease with exogenous application of Arginine and Sodium nitroprusside under field condition. **Res. Squa.**, v. 1, n. 1, p. 1–25, 2023.

COCHRAN, W. G. ; COX, G. M. Experimental Designs. 2.ed. New York: John Wiley and Sons, Inc. 1957. 611 p.

DORADO, F.J.; PINTO, G.; MONTEIRO, P.; CHAVES, N.; ALÍAS, J.C.; RODRIGO, S.; CAMISÓN, A.; SLLLA, A. Heat stress and recovery effects on the physiology and biochemistry of *Castanea sativa* Mill. **Front. For. Glob. Change**, v. 5, n. 1, p. 1–19, 2023.

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

IZADI, Y.; MOOSAVI, S.A.; GHARINEH, M.H. Salinity affects eco-physiological aspects and biochemical compositions in chia (*Salvia hispanica* L.) during germination and seedling growth. **Sci. Hortic.**, v. 306, n. 1, p. 1–13, 2022.

KARVAR, M.; AZARI, A.; RAHIMI, A.; MADDAAH-HOSSEINI, S.; AHMADI-LAHIJANI, M.J. Potassium silicate reduces water consumption, improves drought tolerance, and enhances the productivity of Sweet corn (*Zea mays*) under deficit irrigation. **A. Physiol. Plant.**, v. 45, n. 38, p. 1–11, 2023.

LILLIEFORS, H.W. On the kolmogorov-smirnov test for normality with mean and variance unknown. **J. AM. STAT. A.**, v. 62, n. 318, p. 399–402, 1967.

NADTOCHII, L.A.; KUZNETCOVA, D.V.; PROSKURA, A.V.; APALKO, A.D.; NAZAROVA, V.V.; SRINIVASAN, M. Investigation of various factors on the germination of chia seeds sprouts (*Salvia hispanica* L.). **Agron. Res.** v. 17, n. 1, p. 1390–1400, 2019.

RAFIQUE, N.; BYAS, N.; AQEEL, M.; RAJA, N.I.; SHABBIR, G.; AJAIB, M.; SAYYED, R.Z.; ALHARBI, S.A.; ANSARI, M.J. Interactive effects of melatonin and salicylic acid on *Brassica napus* under drought condition. **Plant Soil**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2023.

SAMI, F.; FAIZAN, M.; FARAZ, A.; SIDDIQUI, H.; YUSUF, M.; HAYAT, S. Nitric oxide-mediated integrative alterations in plant metabolism to confer abiotic stress tolerance, NO crosstalk with phytohormones and NO-mediated post translational modifications in modulating diverse plant stress. **Nitric Oxide**, v. 73, p. 22–38, 2018.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

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

ZANDALINAS, S.I.; SALES, C.; BELTRÁN, J.; GÓMEZ-CADENAS, A.; ARBONA, V. Activation of secondary metabolism in citrus plants is associated to sensitivity to combined drought and high temperatures. **Front. Plant Sci.**, v. 7, n. 1954, p. 1–17, 2017.

ZHAO, C.; GUO, H.; WANG, J.; WANG, Y.; ZHANG, R. Melatonin enhances drought tolerance by regulating leaf stomatal behavior, carbon and nitrogen metabolism, and related gene expression in maize plants. **Front. Plant. Sci.**, v. 12, n. 1, p. 1–12, 2021.

WANG, P.; SUN, X.; CHANG, C.; FENG, F.; LIANG, D.; CHENG, L.; MA, F. Delay in leaf senescence of *Malus hupehensis* by long-term melatonin application is associated with its regulation of metabolic status and protein degradation. **J. Pineal Res.**, v. 55, n. 4, p. 424–434, 2014.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

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.