

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES EM PLÂNTUAS DE GIRASSOL SOB DIFERENTES ELICITORES

Vinicius Alves Rodrigues, João Victor Martins de Araújo Almeida, Milton Carriço Sá, Laércio Novato Ribeiro Filho, Raul Antônio Araújo do Bonfim, Leandro Dias da Silva, Paulo Araújo Ramos Cairo

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 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, raularaujoraul@gmail.com, milton.carrico@hotmail.com, leodias5@yahoo.com.br, 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 redutores. Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de elicitores sobre o acúmulo dos teores de açúcares redutores (AR) 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) com cinco repetições. As variedades Tera 204 e Tera 868 apresentaram maior teor de AR, 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 AR em plântulas de girassol.

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

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma e Agronomia.

Introdução

Os carboidratos são os produtos finais sintetizados durante a fotossíntese, translocados para os demais tecidos a fim de sustentar o metabolismo e crescimento das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). Esses metabólitos são normalmente conhecidos como fotoassimilados e podem estar dispostos nas formas de açúcares redutores (COURA *et al.*, 2019). A glicose e frutose são exemplos de açúcares redutores, eles possuem em sua natureza química um grupo de carbono anomérico que são capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. (YOOYONGWECH *et al.*, 2016).

A atividade fotossintética é um dos processos intrínsecos que regulam a produção de carboidratos a partir da energia luminosa, convergindo para plena produção vegetal nas diferentes fenofases. Para Baslam *et al.* (2021), o incremento nos valores de açúcares redutores nas plantas pode ser um indicativo de maior taxa fotossintética. Para além da função energética dos açúcares produzidos na fotossíntese, alguns estudos têm elucidado algumas funções biológicas dessas moléculas nas plantas durante a embriogênese, o estabelecimento de plântulas, o crescimento, o metabolismo, a floração e a senescência (LI *et al.*, 2022), processos extremamente associados à produtividade (JEANDET *et al.*, 2022).

Os açúcares também influenciam a transdução de sinal durante os estresses bióticos e abióticos, o que pode induzir respostas de defesa da planta (WANG; WU, 2023). Consequentemente, qualquer alteração no teor de açúcar nas plantas pode ajudar a fornecer tolerância a várias respostas ou adaptação ao estresse abiótico, por meio de sua ação osmoprotetora e atuação na eliminação de espécies reativas de oxigênio (VARSHNEY *et al.*, 2023). Dessa maneira, as plantas podem tolerar melhor as condições de estresse abiótico por meio da aplicação exógena de alguns compostos, como

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

macro e micronutrientes, ácidos húmicos e fitohormônios, substâncias conhecidas como elicitores (EBEED *et al.*, 2017). Esses compostos possibilitam retardar ou inibir o desenvolvimento vegetativo ao estimular reações metabólicas, como o aumento no teor de açúcares (SILVA *et al.*, 2022).

Essas informações permitem maximizar, por meio de práticas culturais, a produção de fotoassimilados em períodos mais críticos, de forma que a planta venha a produzir carboidratos em quantidades suficientes para a manutenção do seu crescimento vegetativo (SILVEIRA *et al.*, 2015). Poucos trabalhos relatam o uso de diferentes elicitores com a finalidade de aumentar os teores de metabólitos como os açúcares redutores. Portanto, o objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes elicitores sobre os teores de açúcares redutores 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 (14°53'08" sul, 40°48'02" oeste, altitude 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) com cinco repetições. As sementes utilizadas foram fornecidas Heliagro – Science and Crops.

A semeadura foi realizada a uma profundidade de 3 cm em bandejas plásticas, com dimensões de 442 x 280 x 75 mm, contendo areia lavada e esterilizada em autoclave. Considerou-se como emergência o número de sementes emergidas observadas por meio de contagens diárias, e utilizou 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 dos respectivos elicitores a cada sete dias. A primeira contagem foi realizada no sétimo dia, computando-se a porcentagem de plântulas normais, sendo a contagem feita até o 14º dia.

O teor de açúcar redutor 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 Miller (1959). Foi adicionada uma alíquota de 0,8 mL do extrato a um meio reacional contendo 0,5 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) e 0,2 mL de água deionizada, a mistura foi submetida a banho-maria sob 100 °C por 5 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram adicionados 3,5 mL de água deionizada, completando o volume para 5,0 mL. Com este material realizou as leituras espectrofotométricas a 620 nm, utilizando o modelo Biospectro SP-22. Os resultados foram expressos em mg de AS g⁻¹ de massa seca.

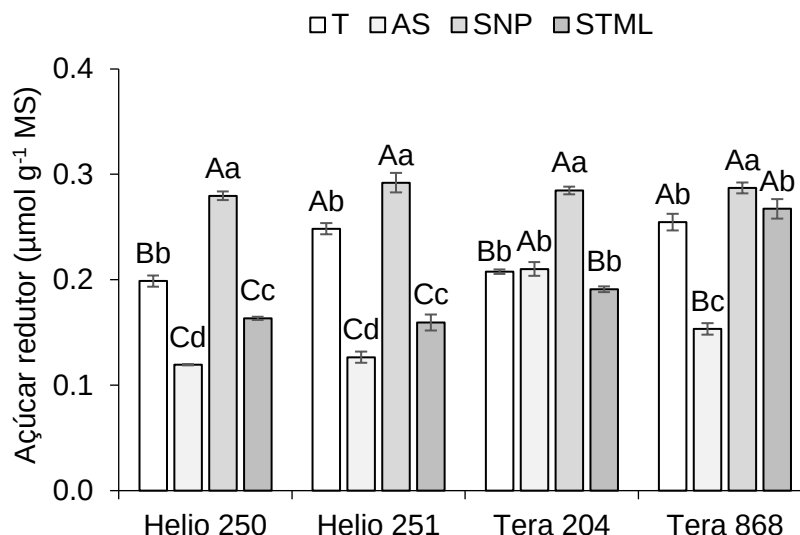
Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade, pelo teste de *Cochran*, e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de *Lilliefors*. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância e comparações múltiplas de médias, pelo teste de *Scott-Knott* ($p < 0,05$).

Resultados

Houve diferença estatística entre as variedades de girassol e elicitores aplicados (Figura 1). Observa-se que, de modo geral, as variedades Tera 204 e Tera 868 demonstraram maiores teores de açúcares redutores em comparação com Helio 250 e 251, mas não houve diferença estatística entre as variedades quando aplicado o SNP. Quanto aos elicitores, em todos os tratamentos, o SNP contribuiu para maior acúmulo de açúcar redutor em detrimento ao AS e STML, inclusive à testemunha. 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 redutor em 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 nitroprussiato de sódio tem seus efeitos conhecidos sobre o controle de processos fisiológicos como a biossíntese de clorofila, regulação da fotossíntese e indução de emergência de plântulas (SAVADKOOHI *et al.*, 2017). A fotossíntese tem papel crucial na produção de carboidratos como açúcares redutores, logo, a atuação do SNP sobre esse processo fisiológico estimula a produção de açúcar redutor, corroborando com esse estudo. Alguns autores destacam os benefícios da aplicação de SNP nas plantas, por exemplo, uma vez que nem todas as espécies vegetais são capazes de produzir esse carboidrato na quantidade suficiente para sustentar seu metabolismo (ZALI; ESHANZADH, 2018), o que torna relevante a administração desse elicitor. Além disso, o SNP também tem participação na emergência de plântulas, pois esse composto libera o óxido nítrico presente em sua composição, e essa molécula atua como sinalizadora para início da germinação (MOHAMMADI *et al.*, 2023).

Conclusão

A aplicação dos elicitores, especificamente o nitroprussiato de sódio, favoreceu o acúmulo de açúcares redutores, a fim de sustentar o metabolismo inicial e emergência das plântulas de girassol. De modo geral, as variedades Tera 204 e Tera 868 apresentaram melhor desenvolvimento inicial quando comparado as demais variedades. Entretanto, os mecanismos envolvendo essas substâncias elicitoras no desenvolvimento de plantas de girassol, devem ser mais estudados, a fim de confirmar suas potencialidades em relação ao crescimento das plantas no campo.

Referências

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

BASLAM, M.; MITSUI, T.; SUEYOSHI, K.; OHYAMA, T. Recent advances in carbon and nitrogen metabolism in C3 plants. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 22, n. 2, p. 318–357, 2021.

COURA, F. T. V.; FRIES, D. D.; DIAS, D. L. S.; SOUSA, R. R. J.; SANTOS, A. P. S.; PAIVA, L. S. Metabolism of carbohydrates in estílosantes cv. Campo grande under different systems of cultivation and nitrogen fertilization. **Acta Sci. Agron.**, v. 41, n. 1, p. 1–8, 2019.

EBEED, H. T.; HASSAN, N. M.; ALJARANI, A. M. Exogenous applications of polyamines modulate drought responses in wheat through osmolytes accumulation, increasing free polyamine levels and regulation of polyamine biosynthetic genes. **Plant Physiol. Biochem.**, v. 118, n. 1, p. 438–448, 2017.

JEANDET, P.; FORMELA-LUBOINSKA, M.; LABUDDA, M.; MORKUNAS, I. The role of sugars in plant responses to stress and their regulatory function during development. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 23, n. 9, p. 5161–5168, 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Zeitschrift**, v. 6, n. 1, p. 657–679, 1901.

MILLER, G. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, v. 31, n. 3, p. 426–428, 1959.

MOHAMMADI, M.; AFSHARI, R.T.; NABATI, J. OSKOUEIAN, E. Stress memory in seedlings of primed seed chickpea (*Cicer arietinum* L.) using sodium nitroprusside under cold stress. **Plant Stress**, v. 8, n. 1, p. 1–9, 2023.

SAVADKOOHI, S.N.; SAEIDI-SAR, S.; DEHPOUR, A.A.; ABBASPOUR, H. Effect of different concentrations of Zinc and their interaction with Sodium nitroprusside (SNP) on physiological and biochemical parameters of *Plantago major* L. **Iran. J. Plant Physiol.**, v. 7, n. 3, p. 2113–2123, 2017.

SILVA, T. I.; DIAS, M. G.; ARAUJO, N. O.; SOUSA, M. N. S.; CRUZ, R. R. P.; DIAS, T. J.; RIBEIRO, W. S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G. Spermine reduces the harmful effects of drought stress in *Tropaeolu majus*. **Physiol. Mol. Biol. Plants**, v. 304, n. 15, p. 1–21, 2022.

SILVEIRA, H. R. O.; SOUZA, K. R. D.; SILVA, D. M.; ANDRADE, C. A.; BOAS, L. V. V.; CAMPOS, C. N.; ALVES, J. D. Variação sazonal do metabolismo de carboidratos em café arábica em três altitudes. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba – PR. **SPCB**, Resumos expandidos, n. 252. 2015. Disponível em: <http://sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/3623>. Acesso: 01 ago. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 858 p.

VARSHNEY, V.; SINGH, J.; SALVI, P. Sugar signaling and their interplay in mitigating abiotic stresses in plant: a molecular perspective. In: SHARMA, D.; SINGH, S.; SHARMA, S.K.; SINGH, R. **Smart plant breeding for field crops in post-genomics era**. 1. Ed. Springer: Cingapore, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-19-8218-7_12. Acesso em: 01 ago. 2023.

WANG, Y.J.; WU, Q.S. Influence of sugar metabolism on the dialogue between arbuscular mycorrhizal fungi and plants. **Hortic. Advances**, v. 1, n. 2, p. 1–12, 2023.

YOOYONGWECH, S.; SAMPHUMPHUANG, T.; TISARUM, R.; THEERAWITAYA, C.; CHA-UM, S. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) improved water deficit tolerance in two different sweet potato genotypes involves osmotic adjustments via soluble sugar and free proline. **Sci. Hortic.**, v. 128, n. 1, p. 107–117, 2016.

ZALI, A.G.; EHSANZADEH, P. Exogenous proline improves osmoregulation, physiological functions, essential oil, and seed yield of fennel. **Ind. Crop. Prod.**, v. 111, n. 1, p. 133–140, 2018.

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.