

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

## REGULADORES DE CRESCIMENTO SOBRE PARÂMETROS GERMINATIVOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE GIRASSOL

Milton Carriço Sá, Marcos Ferreira Almeida, Laércio Novato Ribeiro Filho, João Victor Martins de Araújo Almeida, Vinícius Alves Rodrigues, Leandro Dias da Silva, Paulo Araújo Ramos Cairo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada Bem Querer, km 04, Bairro Universitário - 45083-900, Vitória da Conquista-BA, Brasil, milton.carrico@hotmail.com, marcosagro2014@gmail.com, laelcionovato@gmail.com, joaovmartins1408@gmail.com, vinicius14cnn@gmail.com, leodias5@yahoo.com.br, pcairo@uol.com.br.

### Resumo

Objetivou-se avaliar a taxa de germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de quatro variedades de girassol tratadas com ácido salicílico (AS), nitroprussiato de sódio (SNP) e Stimulate® (STML). Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial  $4 \times 4$ , cujo primeiro fator representa quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e o segundo fator representa três reguladores de crescimento mais a testemunha (ácido salicílico  $2,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ; nitroprussiato de sódio  $100 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ ; Stimulate®  $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ; e testemunha com aplicação apenas de água, sem o uso de reguladores). A taxa de germinação e o índice de velocidade de germinação foram avaliados. Constatou-se que a variedade Tera 868 apresenta valores superiores em relação às variedades Helio 250, Helio 251 e Tera 204 para ambos os parâmetros avaliados. A aplicação dos três reguladores, sobretudo de Stimulate®, aumenta a eficiência germinativa da variedade Tera 204. A aplicação de ácido salicílico, na concentração de  $2,5 \text{ mmol L}^{-1}$ , prejudica a germinação das sementes das variedades Helio 250 e Helio 251.

**Palavras-chave:** Ácido salicílico. Bioestimulante. *Helianthus annuus*. Nitroprussiato de sódio.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Agrônômica - Agronomia.

### Introdução

Na cultura do girassol, a uniformidade de germinação é fator crucial para o estabelecimento de novos plantios, influenciando nas fases do desenvolvimento das plantas. Uma germinação uniforme confere um plantio homogêneo, de modo a facilitar a tomada de decisão para realização de tratos culturais, aplicação de insumos ou colheita (SEILER, 2022). Fatores como profundidade das sementes, temperaturas extremas e disponibilidade de água e oxigênio podem influenciar na germinação, comprometendo a sua uniformidade (SGHAIER *et al.*, 2023).

Sementes mais vigorosas têm maior capacidade em superar fatores ambientais adversos, apresentando maior eficiência e regularidade de germinação (VANCOSTENOBLE *et al.*, 2022). Reguladores do crescimento vegetal estão sendo empregados como potenciais tecnologias para aumento do vigor de sementes, conferindo maior taxa de germinação e manutenção da sua uniformidade (REDHWAN *et al.*, 2023).

O ácido salicílico (AS) é um fitormônio de caráter fenólico que regula vários processos do desenvolvimento vegetal, como respiração, crescimento e fotossíntese (MOHI-UD-DIN *et al.*, 2021). O nitroprussiato de sódio (SNP) é um doador de óxido nítrico, um gás que influencia na eficiência de processos biossintéticos (BATISTA *et al.*, 2018). O Stimulate® (STML) é um regulador de crescimento comercial, fabricado pela Stoller Ltda, composto por auxinas, citocininas e giberelinas (STOLLER, 2023).

Diante disso, o presente estudo assume a hipótese de que o uso de AS, SNP e STML em sementes é capaz de conferir aumento da eficiência e uniformidade de germinação. Objetiva, portanto, avaliar a taxa de germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de quatro variedades de girassol tratadas com AS, SNP e STML.

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

## Metodologia

O estudo foi conduzido em ambiente protegido, sendo adotado um delineamento inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial  $4 \times 4$ , cujo primeiro fator representa quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) e o segundo fator representa três reguladores de crescimento mais a testemunha (ácido salicílico  $2,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ; nitroprussiato de sódio  $100 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ ; Stimulate®  $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ; e testemunha com aplicação apenas de água, sem o uso de reguladores). Foram feitas 4 repetições para cada tratamento.

Sementes das quatro variedades de girassol (*Helianthus annuus*) foram selecionadas quanto à uniformidade de seu aspecto morfológico, de modo que sementes com tegumento danificado e tamanho discrepante foram descartadas. Após seleção, as sementes foram lavadas em água corrente para a eliminação de impurezas, e secas à sombra sobre papel-toalha, em temperatura ambiente.

As sementes foram tratadas utilizando-se os reguladores de seus respectivos tratamentos, cujas concentrações foram definidas conforme trabalhos prévios (BATISTA *et al.*, 2018; LA *et al.*, 2019).

A taxa de germinação foi avaliada por meio da contagem do número de sementes germinadas durante 13 dias, contados a partir do início da germinação das sementes. Para tanto, quatro repetições de 50 sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, à temperatura de  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , em câmara BOD.

A sincronização da germinação, para determinação da sua uniformidade, foi mensurada pelo índice de velocidade de germinação (IVG), calculado conforme Maguire (1962):

$$\text{IVG} = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

N = número de sementes germinadas no dia da contagem;

D = número de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Bartlett e pelo teste de Lilliefors, respectivamente. Em seguida, foram submetidos a análise de variância, e a comparação de médias foi realizada por meio do teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SAEG.

## Resultados

A variedade Tera 868 apresentou os maiores valores para taxa de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), independentemente da aplicação de reguladores. Na testemunha e nos tratamentos com aplicação de SNP e STML, a Tera 204 foi inferior às demais, para ambos os parâmetros avaliados. Para a taxa de germinação, na testemunha e quando houve aplicação de SNP e STML, não foi observada diferença entre as variedades Helio 250, Helio 251 e Tera 868. Para o IVG, no entanto, a Tera 868 apresentou superioridade. Sob aplicação de AS, a Tera 868 demonstrou os maiores valores, enquanto a Helio 251 foi inferior mediante aplicação deste regulador (Tabela 1).

Comparando o efeito das aplicações dos reguladores em cada variedade, verifica-se que a Tera 868, para a taxa de germinação, não apresentou diferença de comportamento sob aplicação dos reguladores. Para o IVG, no entanto, o SNP e o STML foram superiores à testemunha e ao AS. Na Tera 204, a aplicação dos três reguladores demonstraram valores superiores para a taxa de germinação e IVG em relação à testemunha, com o maior resultado sendo observado sob aplicação de STML. Nas variedades Helio 250 e Helio 251, não foi verificada diferença entre a testemunha e os tratamentos com aplicação de SNP e STML. A aplicação de AS, no entanto, prejudicou a germinação das duas variedades, sendo a redução mais significativa observada na Helio 251 (Tabela 1).

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1 – Germinação (G, %) e índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro variedades de girassol (Helio 250, Helio 251, Tera 204 e Tera 868) submetidas a aplicações de ácido salicílico (AS, 2,5 mmol L<sup>-1</sup>), nitroprussiato de sódio (SNP, 100 µmol L<sup>-1</sup>), Stimulate® (STML, 0,5 mmol L<sup>-1</sup>) e testemunha (T). Letras maiúsculas comparam entre variedades de girassol e minúsculas entre aplicações de reguladores, pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

| Variedade | Reguladores | G (%)      | IVG         |
|-----------|-------------|------------|-------------|
| Helio 250 | T           | 98±2.0 Aa  | 21.9±0.2 Ba |
|           | AS          | 82±2.0 Bb  | 18.4±0.2 Bb |
|           | SNP         | 98±1.1 Aa  | 21.9±0.2 Ba |
|           | STML        | 100±0.0 Aa | 22.4±0.2 Ba |
| Helio 251 | T           | 97±3.0 Aa  | 21.5±0.3 Bb |
|           | AS          | 46±2.0 Cb  | 11.1±0.1 Cc |
|           | SNP         | 94±2.0 Aa  | 22.3±0.1 Ba |
|           | STML        | 93±4.4 Aa  | 22.3±0.1 Ba |
| Tera 204  | T           | 77±2.5 Bb  | 17.0±0.2 Cc |
|           | AS          | 78±1.1 Bb  | 18.9±0.1 Bb |
|           | SNP         | 76±2.8 Bb  | 18.6±0.2 Cb |
|           | STML        | 85±1.9 Ba  | 20.0±0.1 Ca |
| Tera 868  | T           | 100±0.0 Aa | 22.4±0.2 Ab |
|           | AS          | 92±3.0 Aa  | 22.1±0.0 Ab |
|           | SNP         | 98±1.1 Aa  | 23.3±0.0 Aa |
|           | STML        | 98±1.1 Aa  | 23.4±0.1 Aa |

Fonte: Próprio autor (2023).

## Discussão

A variedade Tera 868 apresentou os maiores valores para ambos os parâmetros de germinação, independentemente da aplicação de reguladores. Este resultado deve estar relacionado às características genéticas da variedade, conferindo um maior potencial germinativo.

Os três reguladores de crescimento aumentaram os parâmetros germinativos da variedade Tera 204 em comparação à testemunha, sendo o aumento mais expressivo observado sob aplicação de STML. Ácido salicílico, nitroprussiato de sódio e Stimulate® são reguladores do crescimento vegetal que atuam sobre vários processos fisiológicos, provocando alterações metabólicas que resultam em um melhor rendimento das plantas sob condições de campo (BATISTA *et al.*, 2018; MOHI-UD-DIN *et al.*, 2021). Quando aplicados em sementes, estimulam a germinação, conferindo maior uniformidade de emergência para as plântulas (HAN *et al.*, 2023). O STML é um elicitor composto por auxinas, citocininas e giberelinas, fitormônios importantes na regulação do processo germinativo (STOLLER, 2023). Os resultados encontrados coincidem com trabalhos prévios, que constataram a influência benéfica desses elicitores na germinação de sementes (PALVE *et al.*, 2022; KALYMBETOV *et al.*; ZHANG *et al.* 2023).

O AS prejudicou a germinação das variedades Helio 250 e Helio 251. A explicação pode estar na concentração adotada para este regulador, que pode ter inibido o processo germinativo das sementes dessas variedades ao invés de estimulá-lo.

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

## Conclusão

A variedade Tera 868 apresenta valores superiores para taxa de germinação e índice de velocidade de germinação em relação às variedades Helio 250, Helio 251 e Tera 204. A aplicação dos três reguladores, sobretudo de Stimulate®, aumenta a eficiência germinativa da variedade Tera 204. A aplicação de ácido salicílico, na concentração de 2,5 mmol L<sup>-1</sup>, prejudica a germinação das sementes das variedades Helio 250 e Helio 251.

## Referências

- BATISTA, P.F.; COSTA, A.C.; MULLER, C.; SILVA-FILHO, R.O.; SILVA, F.B.; MERCHANT, A.; MENDES, G.C.; NASCIMENTO, K.J.T. Nitric oxide mitigates the effect of water deficit in *Crambe abyssinica*. **Plant Physiol. Bioch.**, v. 129, p. 310–322, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.06.012>
- HAN, C.; LIU, S.; YAN, R.; LI, J.; CHEN, N.; ZHANG, L.; JIA, S.; HAN, P. Salicylic acid and jasmonic acid increase the polysaccharide production of *Nostoc flagelliforme* via the regulation of the intracellular NO level. **Foods**, v. 12, n. 5, p. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12050915>
- KALYMBETOV, G.Y.; KEDELBAYEV, B.S.; YELEMANOVA, Z.R.; SAPARGALIYEVA, B. Effects of different biostimulants on seed germination of sorghum plants. **J. Ecol. Eng.**, v. 24, n. 3, p. 134-142, 2023. <https://doi.org/10.12911/22998993/157568>
- LA, V.H.; LEE, B.R.; ISLAM, M.T.; PARK, S.H.; JUNG, H.; BAE, D.W. Characterization of salicylic acid-mediated modulation of the drought stress responses: reactive oxygen species, proline, and redox state in *Brassica napus*. **Environ. Exp. Bot.**, v. 157, p. 1–10, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.09.013>
- MAGUIRE, J.D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MOHI-UD-DIN, M.; TALUKDER, D.; ROHMAN, M.; AHMED, J.U.; JAGADISH, S.V.K.; ISLAM, T.; HASANUZZAMAN, M. Exogenous application of methyl jasmonate and salicylic acid mitigates drought-induced oxidative damages in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plants**, v. 10, n. 10, p. 1-17, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10102066>
- PALVE, S.; AHIRE, D.; GAHILE, Y. Salicylic acid pre-treatment effects on *Beta vulgaris* L. multigerm germination and germination indices. **Int. J. Biosci.**, v. 20, n. 1, p. 59-71, 2022. Salicylic acid pre-treatment effects on *Beta vulgaris* L. multigerm germination and germination indices
- REDHWAN, A.; ACEMI, A.; ÖZEN, F. Effects of plant growth regulators on in vitro seed germination, organ development and callogenesis in *Pancreaticum maritimum* L. **Plant Cell Tiss. Org.**, v. 154, n. 1, p. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02514-6>
- SEILER, G.J. Germination and viability of wild sunflower species seeds stored at room temperature and low humidity for 38 years. **Seed Sci. Technol.**, v. 50, n. 3, p. 307-415, 2022. <https://doi.org/10.15258/sst.2022.50.3.01>
- SGHAIER, A.H.; KHAEIM, H.; TARNAWA, A.; 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, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030608>
- STOLLER – Stoller do Brasil Ltda. **Por que Stimulate® é diferente?** Disponível em: <https://www.stoller.com.br/solucoes/fisiologicos/stimulate/>. Acesso em agosto de 2023.

## A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

VANCOSTENOBLE, B.; BLANCHET, N.; LANGLADE, N.B.; BAILLY, C. Maternal drought stress induces abiotic stress tolerance to the progeny at the germination stage in sunflower. **Environ. Exp. Bot.**, v. 201, p. 1-11, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104939>

ZHANG, Y.; WANG, R.; WANG, X.; ZHAO, C.; SHEN, H.; YANG, L. Nitric oxide regulates seed germination by integrating multiple signalling pathways. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 24, n. 10, p. 1-20, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijms24109052>