

## TROCAS GASOSAS FOLIARES DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Vanildo Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso<sup>2</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>3</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>4</sup>, Jéssica Aragão<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Técnico em Agropecuária, UEPB, Catolé do Rocha-PB, vanildo63geo@hotmail.com;

<sup>2</sup>Dra. em Eng. Agrícola, PDJ Cnpq/UFCG, Campina Grande-PB, luana\_lucas\_15@hotmail.com;

<sup>3</sup>Dr. em Eng. Agrícola, PDJ Cnpq/UFCG, Campina Grande-PB, andrealisson\_cgpb@hotmail.com;

<sup>4</sup>Mestranda em Eng. Agrícola, PPGA/UFCG, Campina Grande-PB, jessica\_aragao@outlook.com, englarissafss@gmail.com.

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo avaliar as trocas gasosas foliares de genótipos de algodão de fibra colorida irrigados com água salina e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação sob delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 4 × 3 × 2, referente a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25, 50 e 75 µM), três genótipos de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Verde e BRS Topázio) e duas condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,8 e 5,3 dS m<sup>-1</sup>), com três repetições. O genótipo BRS Topázio associado a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 50 µM, apresentou os maiores valores de condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. A irrigação com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup> não comprometeu a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> do genótipo BRS Topázio, aos 80 dias após o semeio. Os genótipos de algodão BRS Rubi e BRS Verde apresentaram maiores reduções na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L., salinidade, peróxido de hidrogênio.

## COTTON GENOTYPE PHYTOMASS ACCUMULATION UNDER SALINE STRESS AND H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> APPLICATION

The objective of the present study was to evaluate the foliar gas exchange of colored fiber cotton genotypes irrigated with saline water and foliar applications of hydrogen peroxide. The research was carried out in a greenhouse under a randomized block design, in a 4 × 3 × 2 factorial arrangement, referring to four concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25, 50 and 75 µM), three cotton genotypes (BRS Rubi, BRS Verde and BRS Topázio) and two electrical conductivities of irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.8 and 5.3 dS m<sup>-1</sup>), with three replications. The BRS Topázio genotype associated with foliar application of hydrogen peroxide at a concentration of 50 µM, presented the highest values of stomatal conductance, transpiration and CO<sub>2</sub> assimilation rate. Irrigation with EC<sub>w</sub> of 5.3 dS m<sup>-1</sup> did not affect the CO<sub>2</sub> assimilation rate of the BRS Topázio genotype, at 80 days after sowing. The cotton genotypes BRS Rubi and BRS Verde showed greater reductions in the CO<sub>2</sub> assimilation rate when irrigated with EC<sub>w</sub> of 5.3 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L., salinity, hydrogen peroxide.

## INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta perene, cultivada como cultura anual. As áreas de cultivo de algodão foram restabelecidas no semiárido do Nordeste do Brasil, com base no uso de tecnologias modernas e cultivares de fibra de alta qualidade (Gomes et al., 2022). Entretanto, no semiárido nordestino, a estação chuvosa é pouco previsível, com períodos secos frequentes, o que favorece a elevação dos níveis salinos dos mananciais utilizados para irrigação.

As plantas cultivadas sob estresse salino estão sujeitas a distúrbios na respiração, fotossíntese, absorção de nutrientes e estresse oxidativo, resultando em redução no rendimento e na qualidade das plantas (Sheikh-Mohamadi et al., 2017). Além disso, a salinidade tem vários efeitos sobre os solos como o aumento da pressão osmótica, que diminui o potencial hídrico e dificulta a absorção de água pelas plantas (Omer, 2021).

O uso de substâncias como o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) pode auxiliar no aumento da tolerância das plantas a salinidade. O  $H_2O_2$  é uma molécula reativa que desempenha um papel central em uma ampla gama de processos fisiológicos, bioquímicos e de desenvolvimento, levando ao aumento da atividade fotossintética e do crescimento das plantas sobre estresse (Hasan et al., 2016). Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar as trocas gasosas foliares de genótipos de algodoeiros de fibra colorida irrigados com água salina e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de novembro de 2020 a março de 2021 em ambiente protegido (casa de vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil, cujas coordenadas geográficas locais são  $07^\circ 15' 18''$  S,  $35^\circ 52' 28''$  W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , correspondendo a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio –  $H_2O_2$  (0, 25, 50 e 75  $\mu$ M), três genótipos de algodoeiro de fibra colorida- GA (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Verde) e duas condutividades elétricas - CEa (0,8 e 5,3  $dS\ m^{-1}$ ), resultando em vinte e quatro tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados a lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L (35 cm de altura, 31 cm de diâmetro superior, 20 cm de diâmetro inferior), possuindo uma tela de malha fina na base e conectada a um coletor de água drenada por meio de uma mangueira com diâmetro interno de 3 mm e externo de 5 mm. Acima da tela, os vasos receberam uma camada de brita de 3 cm de espessura e 24 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2011):  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Al^{3+} + H^+$  = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2 e 19,3  $cmolc\ kg^{-1}$ , respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes ( $dS\ m^{-1}$ ) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0  $dag\ kg^{-1}$ , respectivamente; densidade aparente 1,39 ( $g\ cm^{-3}$ ).

Para atender as necessidades nutricionais das plantas, foi realizada uma adubação com N, P e K, conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 100 mg de N, 300 mg de  $P_2O_5$  e 150 mg de  $K_2O\ kg^{-1}$  de solo, nas formas de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. O fósforo foi aplicado em fundação, enquanto que N e K foram aplicados em cobertura, via fertirrigação, aos 30 e 60 dias após o semeio (DAS). Os vasos foram dispostos em fileiras simples com espaçamento de 0,6 e 0,3 m entre plantas na fileira. A adubação foliar de micronutrientes foi realizada mensalmente, com solução nutritiva na concentração de 1,0  $g\ L^{-1}$  do produto comercial Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,05%), aplicados nas faces adaxial e abaxial. O semeio foi realizado colocando cinco sementes por vaso a 1,5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Aos 25 dias após a germinação, procedeu-se o primeiro desbaste, deixando-se as três plantas mais vigorosas por vaso. Aos 50 DAS, procedeu-se o segundo desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso que foi conduzida até o final do experimento. As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos sais NaCl,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  e  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  em água

de abastecimento local ( $0,28 \text{ dS m}^{-1}$ ), considerando-se a relação entre CEa e a concentração de sais conforme Richards (1956).

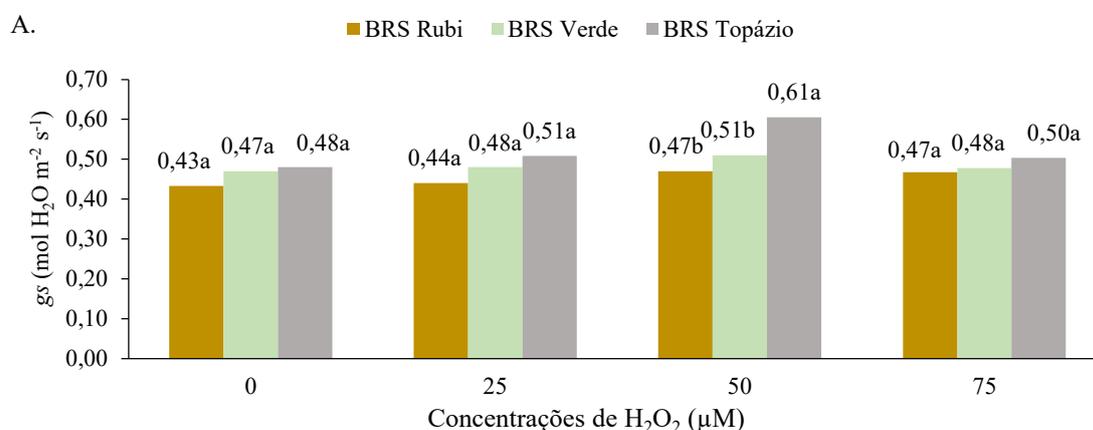
As aplicações foliares de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 15 DAS se repetiram com intervalo de 15 dias até a abertura dos capulhos (100 DAS), totalizando 5 aplicações. Foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador costal Jacto XP-12, com bomba de pressão de trabalho (máxima) de 6 bar, com bico JD-12 e vazão de aproximadamente  $770 \text{ mL min}^{-1}$ . Aplicou-se aproximadamente 125 mL da solução nas plantas por lisímetro, inicialmente nas 3 plantas por lisímetro, mantendo esse volume após o desbaste e o crescimento da planta. As irrigações com as águas salinas, iniciaram-se aos 18 DAS, tempo necessário para o surgimento dos primeiros pares de folhas definitivas e aplicação do  $\text{H}_2\text{O}_2$ . A irrigação foi realizada de modo a manter a umidade do solo em nível proporcional à máxima capacidade de retenção em todas as unidades experimentais, utilizando água de 30 acordo com cada tratamento. As irrigações com as águas salinas foram realizadas de forma manual e diária, aplicando-se o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água no solo.

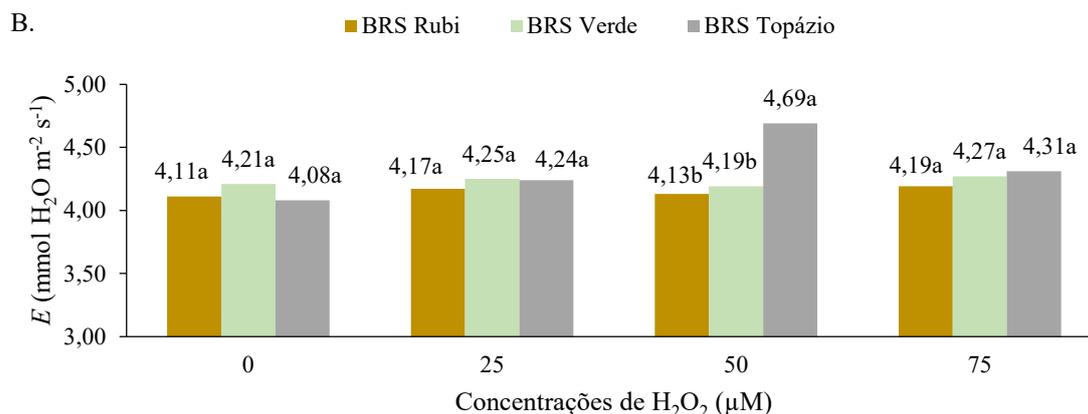
Aos 80 dias após o semeio foi avaliada as trocas gasosas foliares através da concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ) e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) dos algodoeiros de fibra colorida. Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para concentrações de  $\text{H}_2\text{O}$  e Tukey para genótipos e CEa, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração interna de  $\text{CO}_2$  não foi influenciada de forma significativa pelos tratamentos aplicados de forma isolada ou pela interação entre os fatores analisados. De acordo com o teste de comparação de médias para condutância estomática (Figura 2A), verifica-se haver diferença significativa entre os genótipos de algodoeiro apenas nas plantas pulverizadas com peróxido de hidrogênio na concentração de  $50 \mu\text{M}$ . Nota-se que o algodoeiro BRS Topázio se destacou entre os genótipos, registrando o maior valor de  $g_s$  ( $0,61 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), correspondendo a um aumento de 29,8% ( $0,14 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação a BRS Rubi e 19,6% ( $0,10 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação a BRS Verde.

**Figura 1.** Condutância estomática -  $g_s$  (A) e transpiração -  $E$  (B) do algodoeiro de fibra colorida em função da interação entre as concentrações de peróxido de hidrogênio e os genótipos de algodoeiro, aos 80 dias após o semeio.



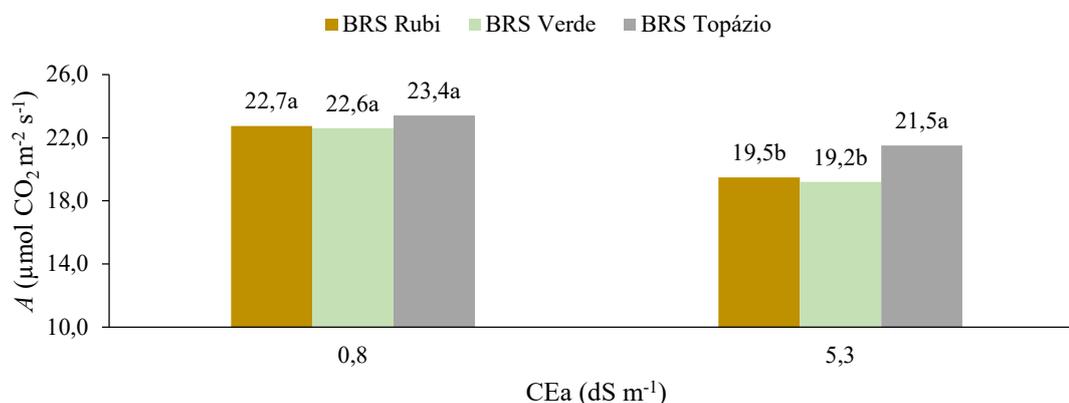


Efeito semelhante observado na *gs* (Figura 1A), foi verificado na transpiração (Figura 2B), isto é, nota-se efeito significativo entre os genótipos de algodoeiro apenas nas plantas pulverizadas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na concentração de 50 μM. As plantas do genótipo BRS Topázio se destacaram de forma significativa em relação as demais cultivares, apresentando maior valor de *E* (4,69 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), que corresponde a um aumento de 13,6% (0,56 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em relação a BRS Rubi e 11,9% (0,50 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em relação a BRS Verde. Vale destacar que não foi verificado diferença significativa entre os genótipos BRS Rubi e BRS Verde.

A aplicação exógena de peróxido de hidrogênio em baixas concentrações promove uma condição de estresse moderado, que resulta no acúmulo de sinais latentes em diferentes partes da planta (Silva et al., 2019). Quando expostos a uma condição de estresse mais severo, os sinais armazenados levam a ajustes moleculares que resultam em vários mecanismos de aclimação (Savvides et al., 2016). O efeito benéfico da aplicação de peróxido na concentração de 50 μM, observado na *gs* e *E*, pode ser atribuído ao fato do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> atuar na sinalização celular metabólica (aumento de metabólitos e/ou enzimas antioxidantes), resultando em melhor desempenho fisiológico quando a planta é exposta a estresses mais severos (Forman et al. 2010).

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 2) dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida irrigados com água de menor salinidade (0,8 dS m<sup>-1</sup>) não apresentaram diferença significativa entre si. Entretanto, o genótipo BRS Topázio diferiu estatisticamente dos demais, quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>, apresentando o maior valor de *A* (21,5 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), já o BRS Rubi e BRS Verde não apresentaram diferença significativa. Vale ressaltar, que foi verificado redução na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em todos genótipos quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>, sendo a maior redução (3,4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na BRS Verde e a menor (1,9 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na BRS Topázio.

**Figura 2.** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e dos genótipos de algodoeiro, aos 80 dias após o semeio.



O peróxido de hidrogênio, apesar de ser uma espécie reativa de oxigênio, é uma molécula sinalizadora que está envolvida em vias de transdução de sinal para resposta ao estresse (Sharma et al., 2012). O aumento da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> observado no genótipo BRS Topázio mesmo quando irrigado com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup> pode ocorrer pelo fato do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> atuar como um regulador chave na modulação da resposta de defesa das plantas ao estresse salino, pois suas características eletroquímicas permitem que ele atravesse membranas e se espalhe entre os compartimentos celulares, o que facilita sua função de sinalização (Silva et al., 2020), favorecendo desta forma uma melhor atividade fotossintética, mesmo quando exposta ao estresse salino.

## CONCLUSÃO

O genótipo BRS Topázio associado a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 50 µM, apresentou os maiores valores de condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. A irrigação com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup> não comprometeu a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> do genótipo BRS Topázio, aos 80 dias após o semeio. Os genótipos de algodão BRS Rubi e BRS Verde apresentaram maiores reduções na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.1, p.529-535, 2019.
- Forman, H. J.; Maiorino, M.; Ursini, F. Signaling functions of reactive oxygen species. *Biochemistry*, v. 49, n. 1, p. 835-842, 2010.
- Gomes, I. H.; Cavalcanti, J. J.; Farias, F. J.; Paixão, F. J.; Silva Filho, J. L.; Suassuna, N. D. Selection of cotton genotypes for yield and fiber quality under water stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26, n. 1, p. 610-617, 2022.
- Hasan, S. A.; Irfan, M.; Masrahi, Y. S.; Khalaf, M. A.; Hayat, S. Growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Vigna unguiculata* L. treated with hydrogen peroxide. *Cogent Food & Agriculture*, v.2, n.1, e1155331, 2016.
- Novais, R. F.; Neves J. C. L.; Barros N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed.). *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo Brasília: Embrapa-SEA*, 1991. p. 189-253
- Omer, A. M. Bio-fertilizers for Sustainable Agriculture Development Under Salinity Stress. In *Management and Development of Agricultural and Natural Resources in Egypt's Desert*, v.1 n.1, p. 237-263, 2021.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook*, 1954. 160 p.
- Sharma, P.; Jha, A. B.; Dubey, R. S.; Pessarakli, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of botany*, v. 2016, n.1, p. 1-27, 2012.
- Savvides, A.; Ali, S.; Tester, M.; Fotopoulos, V. Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible?. *Trends in Plant Science*, v.21, n.4, p.329-340, 2016.
- Sheikh-Mohamadi, M. H.; Etemadi, N.; Nikbakht, A.; Farajpour, M.; Arab, M.; Majidi, M. M. Screening and selection of twenty Iranian wheatgrass genotypes for tolerance to salinity stress during seed germination and seedling growth stage. *HortScience*, v.52, n.8, p.1125-1134, 2017.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Souza, L. de P.; Veloso, L. L. de S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.49, n. 1, p.1-10, 2019.
- Silva, P. C. C., de Azevedo Neto, A. D., Gheyi, H. R., Ribas, R. F., dos Reis Silva, C. R., & Cova, A. M. W. Salt-tolerance induced by leaf spraying with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in sunflower is related to the ion homeostasis balance and reduction of oxidative damage. *Heliyon*, v. 6, n. 9, e05008, 2020.