

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM CULTIVARES DE CEVADA SOB CONDIÇÕES TÉRMICAS

BENHUR SCHWARTZ BARBOSA¹; VICTOR CHOQUE HUANCA²; ANGELITA CELENTE MARTINS²; EMANUELA GARBIN MARTINAZZO AUMONDE²; TIAGO PEDÓ²; TIAGO ZANATTA AUMONDE³

¹Universidade Federal de Pelotas – benhursb97@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – victor902005@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – angel.celente10@gmail.com

²Universidade Federal de Rio Grande – emartinazzo@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – tiago.pedo@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – tiago.aumonde@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal de inverno, esta cultura pertence a família Poaceae, além de ser produzida em diversas regiões do mundo, ocupando a quinta posição de produção de grãos à nível mundial (BARBOSA et al., 2022). No Brasil, a produção de cevada está concentrada na região sul do país, assim, na safra 2023 foram produzidas 391 mil toneladas de grãos de cevada no país, e uma área de 134,5 mil hectares, alcançando uma produtividade média de 2907 kg/ha (CONAB, 2024).

As mudanças climáticas estão causando diversos impactos ao ambiente, dentre eles está o aumento da temperatura, o que impacta diretamente na produção agrícola (ANJUM et al., 2017). Isso porque o estresse térmico pode provocar lesões a nível celular na planta atingida, causando problemas no rendimento e qualidade da produção (DAWOOD et al., 2020). Neste contexto, o estudo de cultivares tolerantes ao estresse térmico é fundamental para auxiliar na produção de alimentos nas próximas décadas (ZHOU et al., 2019).

Plantas podem apresentar mecanismos de tolerância ao estresses ambientais que podem estar presentes no ambiente de cultivo durante o seu ciclo de vida (KOSOVÁ et al., 2018). Dentre estes mecanismos está o aumento na produção de enzimas antioxidantes, como a Superóxido Dismutase, Catalase e Ascorbato Peroxidase (ZAHEDI et al., 2016). Assim, quando uma planta é submetida a algum estresse abiótico, como altas temperaturas, ocorre aumento de espécies reativas ao oxigênio, estas, por sua vez, causam distúrbios no metabolismo da planta, neste cenário, enzimas antioxidantes atuam na eliminação do excesso de espécies reativas ao oxigênio (ELAKHDAR et al., 2022).

Com isso, o objetivo do presente estudo foi de avaliar a atividade das enzimas antioxidantes Superóxido Dismutase, Catalase e Ascorbato Peroxidase em cultivares de cevada submetidas às condições térmicas.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biosementes, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 5x2 (5 cultivares e 2 temperaturas), com 4 repetições. Foram utilizadas as cultivares Danielle, BRS Korbel, BRS Brau, Imperatriz e BRS Quaranta, e as temperaturas de 20°C (controle) e 30°C (estresse térmico).

As sementes para germinar e se desenvolverem foram dispostas em B.O.D às temperaturas de 20°C e 30°C, sob a capacidade de retenção do substrato (2,5 vezes a massa do papel seco), onde foram utilizadas 50 sementes para cada subamostra, semeadas entre duas folhas de papel germitest, após sete dias da germinação as plântulas foram coletadas (BRASIL, 2009), e então alocadas em sacos plásticos herméticos, e armazenadas a temperatura de -80°C em ultrafreezer até a análise das amostras.

As enzimas antioxidantes mensuradas foram Superóxido Dismutase (GIANNOPOLIS & RIES, 1977), Catalase (AZEVEDO et al., 1998) e Ascorbato Peroxidase (NAKANO & ASADA, 1981).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e, se significativos pelo teste F a nível 5% de probabilidade, submetidos a análise de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

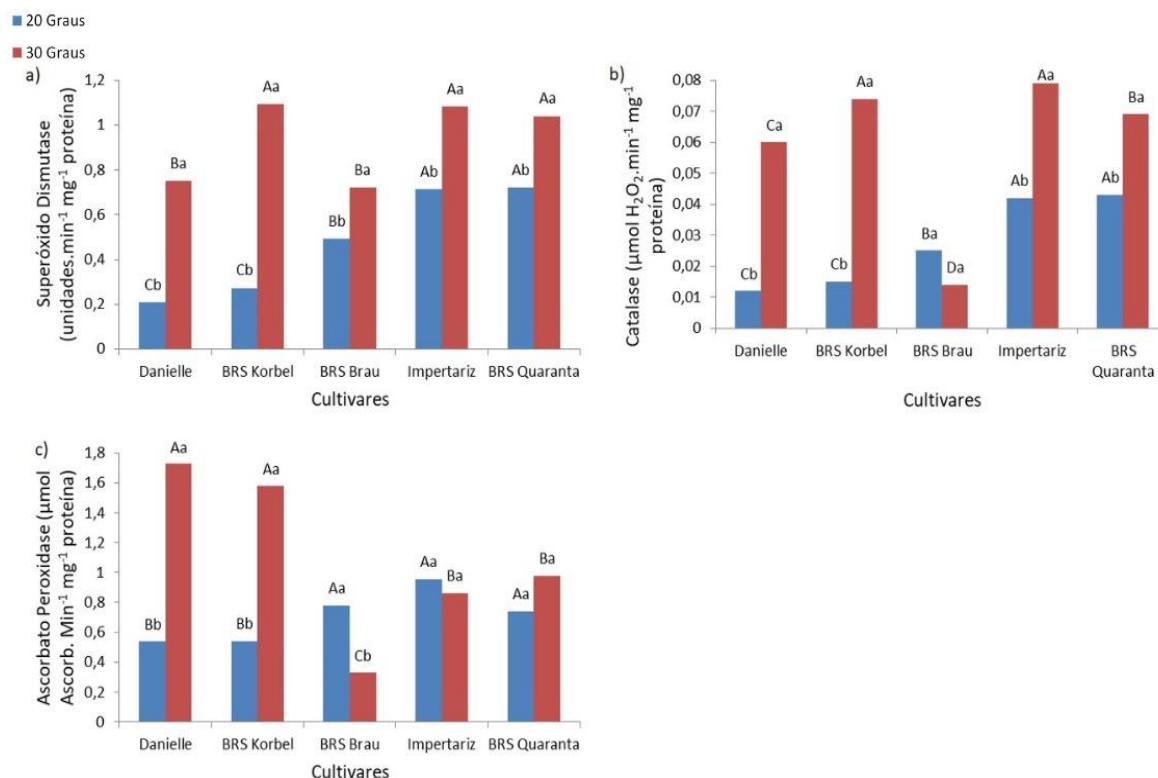
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presença do estresse térmico (30°C), independente da cultivar, a atividade antioxidante apresentou a tendência de aumentar, quando comparado com os tratamentos controle (20°C), com algumas exceções, tais como, na cultivar BRS Brau para as enzimas Catalase e Ascorbato Peroxidase, e para as cultivares Imperatriz e BRS Quaranta para a enzima Ascorbato Peroxidase (Figura 1).

Essa produção superior de enzimas antioxidantes na temperatura referente ao estresse térmico está atrelado ao fato de que quando as plântulas foram submetidas a este estresse abiótico houve o aumento da produção de espécies reativas ao oxigênio (ELAKHDAR et al., 2022), como, superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), hidróxila (OH^{\cdot}) e oxigênio singlete (O_2^{\cdot}) (ALI et al., 2024). Assim, um dos mecanismos de resposta a esta situação da planta é o aumento da produção de enzimas antioxidantes para remover o excesso de espécies reativas ao oxigênio produzidas, para manter o equilíbrio do metabolismo vegetal e evitar a ocorrência do estresse oxidativo (ZAHEDI et al., 2016).

A atividade da enzima Superóxido Dismutase foi superior para as cultivares BRS Korbel, Imperatriz e BRS Quaranta. Já, a atividade enzimática da Catalase foi superior para as cultivares BRS Korbel e Imperatriz. Enquanto que a atividade da enzima Ascorbato Peroxidase foi superior para as cultivares Danielle e BRS Korbel (Figura 1).

Diante destes dados é possível averiguar que a BRS Korbel foi a cultivar que demonstrou apresentar a melhor resposta na produção de enzimas antioxidantes para combater a produção em excesso de espécies reativas ao oxigênio em virtude da ocorrência do estresse térmico, pois esta cultivar foi a única que obteve as maiores médias de produção de enzimas antioxidantes na presença do estresse térmico para as três enzimas avaliadas, comparado com as demais cultivares. Este fato é um indicativo de que a BRS Korbel apresenta mecanismo de combate a produção em excesso de espécies reativas ao oxigênio superior, pois as enzimas Superóxido Dismutase, Catalase e Ascorbato peroxidase atuam em conjunto e não singularmente. Assim, a Superóxido Dismutase dismuta os radicais superóxido (O_2^{\cdot}) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (AKITHA & GIRIDHAR, 2015), posteriormente, a catalase converte estas moléculas de H_2O_2 em água e oxigênio molecular (O_2) (ZAHEDI et al., 2016) e a ascorbato peroxidase reduz o H_2O_2 em água utilizando o ascorbato como doador de elétrons (YOSHIMURA & ISHIKAWA, 2024).



Letras maiúsculas comparam cultivares e letras minúsculas comparam temperaturas

Figura 1: Atividade enzimática da Superóxido Dismutase, Catalase e Ascorbato Peroxidase de diferentes cultivares de cavada submetidas ao estresse térmico.

4. CONCLUSÕES

A quantificação de enzimas antioxidantes é superior na presença da condição térmica mais alta.

A cv. BRS Korbel foi a que apresentou superior desempenho do sistema antioxidante.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M. A.; KHAN, M. A.; RAO, A. Q. Response of Tomato Plant to Abiotic (Heat Stress) and Biotic (Tomato Leaf Curl New Delhi Virus, TOLCNDV) Factors. **International Journal of Phytopathology**, v. 13, n. 1, p. 99-107, 2024.

AKITHA DEVI, M. K.; P. GIRIDHAR. Variations in physiological response, lipid peroxidation, antioxidant enzyme activities, proline and isoflavones content in soybean varieties subjected to drought stress. **Proceedings National Academy Science**. v.85, p.35-44. 2015.

ANJUM, S. A.; ASHRAF, U.; ZOHAIB, A.; TANVEER, M.; NAEEM, M.; ALI, I.; TABASSUM, T.; NAZIR, U. Growth and developmental responses of crop plants under drought stress: a review. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.104, n.3, p.267-276, 2017.

AZEVEDO, R.A.; ALAS, R.M.; SMITH, R.J.; LEA, P.J. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v.104, p.280-292, 1998.

BARBOSA, B. S.; MEDEIROS, L. B.; DA SILVA, F. L.; FONSECA, L. L.; MARTINAZZO, E. G.; CARLOS, F. S.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Doses de nitrogênio em cevada: rendimento e qualidade de sementes. **Revista Thema**, v. 21, n. 2, p. 402-414, 2022.

BRASIL – Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. **Documento online**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>>. Acesso em: 20 de setembro de 2024.

DAWOOD, M. F. A.; MOURSI, Y. S.; AMRO, A.; BAENZIGER, P. S.; SALLAM, A. Investigation of heat-induced changes in the grain yield and grains metabolites, with molecular insights on the candidate genes in barley. **Agronomy**, v.10, p.1-21, 2020.

ELAKHDAR, A.; SOLANKI, S.; KUBO, T.; ABED, A.; ELAKHDAR, I.; KHEDR, R.; QUALSET, C. O. Barley with improved drought tolerance: Challenges and perspectives. **Environmental and Experimental Botany**, n. 201, p. 104965, 2022.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutase: I occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v.59, p.309-314, 1977.

KOSOVÁ, K.; VÍTÁMVÁS, P.; URBAN, M. O.; PRÁŠIL, I. T.; RENAUT, J. Plant abiotic stress proteomics: The major factors determining alterations in cellular proteome. **Frontiers in plant science**, v.9, 2018.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and Cell Physiology** v.22, p.867-880, 1981.

YOSHIMURA, K.; ISHIKAWA, T. Physiological function and regulation of ascorbate peroxidase isoforms. **Journal of Experimental Botany**, v. 75, n. 9, p. 2700-2715, 2024.

ZAHEDI, M. B.; RAZI, H.; MOUCHESHI, A. S. Evaluation of antioxidant enzymes, lipid peroxidation and proline content as selection criteria for grains yield under water deficit stress in barley. **Journal of Applied Biological Sciences**, v. 10, n. 1, p. 71-78, 2016.

ZHOU, C.; ZHU, C.; FU, H.; LI, X.; CHEN, L.; LIN, Y.; LAI, Z.; GUO, Y. Genome-wide investigation of superoxide dismutase (SOD) gene family and their regulatory miRNAs reveal the involvement in abiotic stress and hormone response in tea plant (*Camellia sinensis*). **Plos one**, v. 14, n. 10, pag. 1-23, 2019.