

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO AGENTE PARA *PRIMING* NA CULTURA DO ARROZ EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO

JENNIFER VILLAVICENCIO HUAMANI¹; AMANDA VALENTINI BASEGGIO²;
RAYMOND JOSEPH³; CEZAR AUGUSTO VERDI⁴; EDUARDO VENSKE⁵;
ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – jennifer.villavicencio371@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – amanda_baseggio@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – raymondjoseph509@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – cezarverdi@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – eduardo.venske@yahoo.com.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – acostol@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais culturas do mundo sendo consumida por mais da metade da população mundial, sendo associada com a segurança alimentar (SHI et al., 2018). O Brasil se destaca como um dos principais produtores do mundo, com uma produção estimada na safra 2018/2019 em 11 milhões de toneladas. O estado do Rio Grande do Sul (RS) contribui com 70% da produção nacional (CONAB, 2018).

A produtividade da cultura é frequentemente impactada negativamente devido à ocorrência de estresses bióticos e abióticos. O estresse salino destaca-se como uma das condições mais adversas para o desenvolvimento da cultura do arroz, e é de ocorrência comum (KAYA et al., 2003). A germinação das sementes e o crescimento das plântulas são etapas críticas para o estabelecimento da cultura (HUBBARD et al., 2012) e elas são as mais sensíveis a esse estresse abiótico (YADAV et al., 2012).

O uso de agentes *priming* como um pré-tratamento de sementes tem sido promissor na mitigação dos efeitos causados pelos estresses abióticos nas culturas. A estratégia do *priming* é induzir mudanças na pré-germinação, que geralmente favorecem a taxa de germinação e a uniformidade na emergência das plântulas em condições de estresse (WAHID et al., 2007). O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é um agente *priming* que tem sido estudado sob diferentes condições de estresses, como o por geada na cultura de arroz (AFRIN et al., 2019), inundação em soja (ANDRADE et al., 2018), salinidade em graviola (DA SILVA et al., 2019) entre outros. O objetivo do presente estudo foi avaliar as respostas de plântulas de arroz de diferentes cultivares submetidas ao estresse salino após pré-tratamento de sementes com H_2O_2 , mediante a análise do desempenho relativo das variáveis avaliadas e também compreender a correlação entre os caracteres sob essas condições.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Centro de Genômica e Fitomelhoramento-CGF, localizado no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), nos meses de Abril – Junho de 2019. Foram utilizadas quatro cultivares de arroz: BRS Bojuru, BRS Pampeira, IRGA 424 e BRS Esmeralda. As sementes de cada cultivar foram desinfestadas com uma solução de hipoclorito de sódio à 2,5 % e posteriormente lavadas com água destilada. Logo após, elas foram pré-tratadas com uma solução de H_2O_2 (0, 20 e 40 μM) por 24 h. Depois disso, 200 sementes de cada cultivar foram colocadas em papel Germitest®, que foram

umedeçidas 2,5 vezes o peso do papel seco com solução salina de 40 mM NaCl ou só água (pH 6,0) de acordo com o tratamento. Desta forma, foram definidos seis tratamentos T1: pré-tratamento com água + solução água (tratamento controle); T2: pré-tratamento com água + solução de NaCl 40mM; T3: pré-tratamento com H₂O₂ 20mM + solução de água; T4: pré-tratamento com H₂O₂ 20mM + solução de NaCl 40mM; T5: pré-tratamento com H₂O₂ 40mM + solução água e T6: pré-tratamento com H₂O₂ 40mM + solução de NaCl 40mM. Depois elas foram mantidas em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas e uma temperatura de 25 °C por 14 dias, quando então se procedeu às avaliações. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

Foram avaliadas as variáveis DRG: Desempenho relativo de germinação, DRCF: desempenho relativo do comprimento da folha, DRCR: desempenho relativo do comprimento da raiz, DRPFF: desempenho relativo do peso fresco das folhas, DRPFR: desempenho relativo do peso fresco das raízes, DRPSF: desempenho relativo do peso seco das folhas, DRPSR: desempenho relativo do peso seco das raízes. Tomou-se 40 plântulas de cada tratamento para poder realizar as avaliações das características. As variáveis foram transformadas em termos de desempenho relativo através da razão entre os valores nas condições de tratamento e controle, o que foi utilizado também em estudos em diversas culturas como o arroz sob condições de estresse salino (FERREIRA, 2017) ou sob o estresse por ácidos orgânicos (KOPP, 2008).

As variáveis transformadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Aquelas que apresentaram diferença significativa foram analisadas pelo teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$). Além disso, foi realizado o teste de correlação de Pearson entre as variáveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, não houve interação significativa entre os fatores estudados (genótipos x tratamentos). Do mesmo modo, a fonte de variação tratamentos não apresentou diferença significativa. Embora as sementes tenham sido expostas a uma condição de salinidade de 40mM, a qual é geralmente prejudicial para o arroz, o efeito das doses de sal não foi significativo. Já quanto ao *priming*, CARVALHO et al. (2011) destacam que o efeito do H₂O₂ como agente condicionante de tolerância é visível somente em condições extremas de estresse. Seu estudo mostrou que o pré-tratamento com 1 μ M de H₂O₂ ajudou a incrementar a tolerância ao estresse salino com 100 mM de NaCl em arroz. De fato, resposta mais visíveis poderiam ocorrer na presença de maior variabilidade genética entre os genótipos (DAS et al., 2015).

O fator cultivar apresentou diferença significativa apenas para as variáveis DRG e DRCF, ainda que pelo teste de médias somente se tenha verificado diferenças para DRG (Tabela 1). A cultivar IRGA 424 apresentou o menor valor de desempenho relativo na germinação (82.2 %), o que provavelmente tenha ocorrido devido à baixa germinação do lote, enquanto que as demais cultivares não diferiram entre si.

Tabela 1 – Desempenho de quatro genótipos de arroz submetidos a diferentes tratamentos de sal e peróxido de hidrogênio para determinar a tolerância de plântulas quanto ao estresse salino. Pelotas – RS, 2019.

| CULTIVARES | DRG (%) | DRCF (%) | DRCR (%) | DRPFF (%) | DRPFR (%) | DRPSF (%) | DRPSR (%) | | |
|---------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|
| BRS Bojuru | 100.7 | a | 102.5 | a | 108.5 | 101.0 | 98.0 | 115.2 | 111.7 |
| BRS Pampeira | 101.3 | a | 94.6 | a | 99.0 | 96.1 | 93.6 | 83.8 | 93.5 |
| IRGA 424 | 82.2 | b | 93.0 | a | 95.8 | 94.9 | 96.0 | 112.3 | 88.2 |
| BRS Esmeralda | 106.1 | a | 110.6 | a | 113.6 | 111.8 | 109.7 | 98.8 | 103.9 |
| Média | 97.5 * | | 100.1 * | | 104.2 ns | 100.9 ns | 99.2 ns | 102.5 ns | 99.3 ns |
| CV (%) | 18.99 | | 18.16 | | 26.20 | 21.95 | 20.81 | 35.18 | 24.33 |

* significativo e ns não significativo a $p \leq 0,05$, pelo teste F.

DRG: Desempenho relativo de germinação, DRCF: desempenho relativo do comprimento da folha. DRCR: desempenho relativo do comprimento da raiz, DRPFF: desempenho relativo do peso fresco das folhas, DRPFR: desempenho relativo do peso fresco das raízes, DRPSF: desempenho relativo do peso seco das folhas, DRPSR: desempenho relativo do peso seco das raízes. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a $p \leq 0,05$, pelo teste Tukey.

Do mesmo modo, uma análise de correlação linear entre as variáveis avaliadas foi realizada e os resultados são apresentadas na Tabela 2. Pode-se observar que as variáveis apresentam correlações significativas e positivas entre elas, conforme o comportamento esperado do desenvolvimento de plântulas, com exceção da associação das variáveis DRPSF/DRCF, DRPSF/DRCR e DRPSR/DRCR que não mostraram significância.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre os caracteres DRG, DRCF, DRCR, DRPFF, DRPFR, DRPSF e DRPSR. Pelotas – RS, 2019.

| | DRG (%) | DRCF (%) | DRCR (%) | DRPFF (%) | DRPFR (%) | DRPSF (%) | DRPSR (%) |
|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| DRG | 1 | 0.39 * | 0.29 * | 0.48 * | 0.54 * | 0.28 * | 0.53 * |
| DRCF | | 1 | 0.70 * | 0.52 * | 0.64 * | 0.20 ns | 0.37 * |
| DRCR | | | 1 | 0.53 * | 0.54 * | 0.16 ns | 0.21 ns |
| DRPFF | | | | 1 | 0.59 * | 0.27 * | 0.31 * |
| DRPFR | | | | | 1 | 0.30 * | 0.58 * |
| DRPSF | | | | | | 1 | 0.29 * |
| DRPSR | | | | | | | 1 |

* significativo e ns não significativo a $p \leq 0,05$, pelo teste F.

DRG: Desempenho relativo de germinação, DRCF: desempenho relativo do comprimento da folha. DRCR: desempenho relativo do comprimento da raiz, DRPFF: desempenho relativo do peso fresco das folhas, DRPFR: desempenho relativo do peso fresco das raízes, DRPSF: desempenho relativo do peso seco das folhas, DRPSR: desempenho relativo do peso seco das raízes.

Dentre as correlações significativas, destaca-se a associação das variáveis DRCR-DRCF que é a única com alta correlação positiva segundo a classificação revisada por MUKAKA (2012). A alta correlação destas variáveis se observou também em um estudo de genótipos divergentes de arroz (KOPP, 2008). Os resultados indicam também uma correlação moderada entre as variáveis DRPSF e DRPSR. Uma correlação positiva alta foi obtida ao analisar as mesmas variáveis, sem o uso do desempenho relativo (KOPP, 2008). Isto pode indicar que a transformação para desempenho relativo seja mais estringente para avaliar a correlação entre variáveis.

4. CONCLUSÕES

A dose de NaCl assim como os tratamentos com peróxido de hidrogênio estudados não tem efeito sobre os genótipos avaliados nem alteram a associação normal entre os caracteres de plântulas mensurados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRIN, S et al. Hydrogen peroxide priming alleviates chilling stress in rice (*Oryza sativa* L.) by enhancing oxidant scavenging capacity. **Fundamental and Applied Agriculture**, v. 4, n.1, p. 713–722, 2019.
- ANDRADE, C.A et al. Hydrogen peroxide promotes the tolerance of soybeans to waterlogging. **Scientia Horticulturae**, v. 232, p. 40-45, 2018.
- CARVALHO, F.E et al. Aclimatação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 4, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, Disponível em: <www.conab.org.br>. Acceso em 18 de junho de 2019.
- DA SILVA, A.A.R et al. Hydrogen peroxide on acclimation of soursop seedlings under irrigation water salinity. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 1441-1454, 2019.
- DAS, R et al. Relative performance of plant cultivars under respective water deficit adaptation strategies: A case study. **Current World Environment**, v. 10, n. 2, p. 683, 2015.
- FERREIRA, L. M. **Características morfológicas, fisiológicas e transcriptoma em variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) contrastantes quanto a tolerância ao estresse hídrico**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do solo) – Programa de Pós-graduação em Agronomia e Ciência do solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- HUBBARD, M.; GERMIDA, J.; VUJANOVIC, V. Fungal endophytes improve wheatseed germination under heat and drought stress. **Botany**, v. 90, n. 2, p. 137-149, 2012.
- KAYA, C.; AK, B.E.; HIGGS, D. Response of salt-stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and/or potassium nitrate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, n. 3, p. 543-560, 2003.
- KOPP, M.M. **Resposta de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) ao estresse por ácidos orgânicos sob condições de ambiente controlado**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas.
- LI, Z. Genome-wide association study of salt tolerance at the seed germination stage in rice. **BMC Plant Biology**, v.17, n. 92, p 1-11, 2017.
- SHI, Y et al. Genome-wide association study of salt tolerance at the seed germination stage in rice. **BMC plant biology**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 2017.
- WAHID, A et al. Pretreatment of seed with H₂O₂ improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. **Journal of Plant Physiology**, v. 164, n. 3, p. 283-294, 2007.
- YADAV, P. V.; KUMARI, M.; AHMED, Z. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. **Research Journal of Seed Science**. V. 4, n. 3, p. 125–136, 2011.