

## **TOLERÂNCIA À SALINIDADE NO ARROZ BRASILEIRO: UMA VISÃO GERAL DA VARIABILIDADE GENÉTICA**

**VICTORIA FREITAS DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; LATÓIA EDUARDA MALTZAHN<sup>2</sup>; ALICE PEREIRA DE JESUS<sup>3</sup>; LUCIANA DALLEGRAVE SCHOEDER<sup>4</sup>; EDUARDO VENSKE<sup>5</sup>; CAMILA PEGORARO<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [vicdeol@gmail.com](mailto:vicdeol@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [latoiaeduarda@gmail.com](mailto:latoiaeduarda@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alice.pereira@hotmail.com.br](mailto:alice.pereira@hotmail.com.br)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [dallegrave.lu@gmail.com](mailto:dallegrave.lu@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardo.venske@yahoo.com.br](mailto:eduardo.venske@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [pegorarocamilanp@gmail.com](mailto:pegorarocamilanp@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

O arroz (*Oryza sativa* L.) é alimento básico para mais da metade da população (LEE et al., 2011). No Brasil a região sul concentra a maior parte da produção, e o Rio Grande do Sul (RS) contribui com 7,9 das 11,3 milhões de toneladas produzidas no país (CONAB, 2018).

Os programas de melhoramento genético buscam genótipos mais produtivos e tolerantes a estresses abióticos, uma vez que, condições ambientais desfavoráveis como salinidade limitam a expressão do potencial de produção do arroz. O estresse ocasionado por salinidade atinge cerca de 1 bilhão de hectares no mundo e a água de irrigação utilizada em 20% dos solos é caracterizada por apresentar cloreto de sódio (FAO, 2015; TESTER; DAVENPORT, 2003). No RS, em determinadas épocas do ano, a água utilizada para irrigação pode ser contaminada com água do mar, elevando a concentração de sais no solo, prejudicando o desenvolvimento da cultura do arroz.

O estresse ocasionado por excesso de sal provoca efeitos deletérios no crescimento e desenvolvimento da maioria das plantas, causando prejuízos na expansão celular, processo fotossintético, redução no número de filhotes férteis e o índice de perfilhamento, e aumenta velocidade de senescência das folhas (MUNNS; TESTER, 2008; SIRAULT et al., 2009). As plantas de arroz são sensíveis ao estresse salino no estágio de plântula e no florescimento (ZENG et al., 2002).

A tolerância à salinidade é um caráter quantitativo, o que torna a identificação de genótipos superiores para utilização como genitores em cruzamentos uma tarefa árdua, porém fundamental para o melhoramento. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar um painel brasileiro de genótipos de arroz em estágio de plântula quanto à tolerância à salinidade.

### **2. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado com 70 genótipos de arroz, a maioria cultivares brasileiras, mas também algumas introduções e variedades crioulas. O experimento foi conduzido nas dependências do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPEL. Os genótipos foram cultivados em tanque hidropônico, sendo simultaneamente submetidos a condições controle e ao estresse ocasionado por salinidade, no estágio de plântula. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições.

Para tanto, as sementes foram inicialmente desinfestadas com hipoclorito de sódio à 4% e lavadas com água destilada. Após esse procedimento as sementes foram germinadas em câmara germinadora (BOD) a 25°C, com fotoperíodo de 16

horas, por 7 dias, seguindo as recomendações determinadas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Posteriormente, dez plântulas foram transplantadas em vasos contendo solução nutritiva (controle) e solução nutritiva adicionada de 40mM de NaCl (estresse ocasionado por salinidade). A solução nutritiva foi feita de acordo com protocolo modificado de YOSHIDA et al. (1981). Os vasos foram mantidos em fotoperíodo de 16 horas, a 25°C ± 1°C, durante 7 dias. Por fim foi feita a avaliação das variáveis comprimento de parte aérea e comprimento de raiz com a régua graduada.

Devido aos efeitos intrínsecos de cada genótipo, os valores foram transformados em desempenho relativo (Equação 1). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando o programa SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.3, 1999). Para a construção de gráficos de distribuição de frequências dos genótipos para cada variável, os resultados foram plotados no programa do excel, para melhor visualização.

Equação 1: Desempenho relativo (DR)

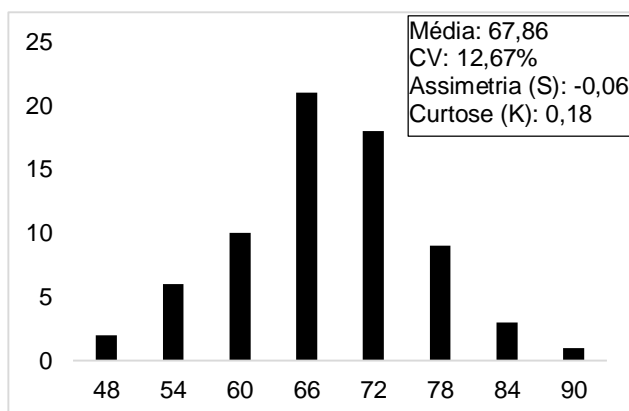
$$DR_x = (D_{x1} / D_{x0}) * 100$$

Sendo DR<sub>x</sub> designado como desempenho relativo de cada genótipo em questão da variável "X", D<sub>x1</sub>, o desempenho deste genótipo referente na condição estresse salino e D<sub>x0</sub>, o desempenho deste na condição de controle, sendo realizado em cada repetição obtida.

Os parâmetros descritivos foram classificados como segue: coeficiente de assimetria (S), como S < 0, distribuição assimétrica à esquerda e S > 0, distribuição assimétrica à direita e quanto aos valores de coeficiente de curtose, os valores de referência foram: K = 0, para a distribuição normal, mesocúrtica K > 0, conhecida como distribuição mais "afilada" que a normal (leptocúrtica) e K < 0, determinada como distribuição mais achatada do que a normal (platicúrtica).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

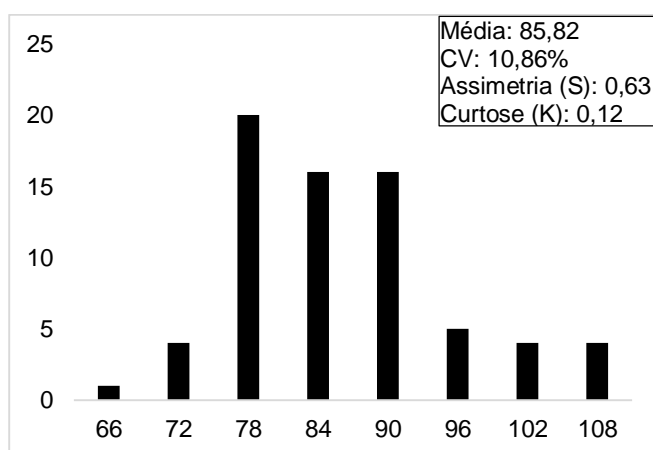
A distribuição de frequências a partir do desempenho relativo das variáveis comprimento da parte aérea (DRCPA) e de raiz (DRCR) (Figuras 1 e 2) demonstram, de um modo geral, a presença de variabilidade genética entre os acessos estudados. Foram formadas oito classes para cada variável, com grande amplitude entre valores mínimos e máximos. Os coeficientes de variação mostram um satisfatório controle experimental.



**Figura 1:** Distribuição de frequência de 70 genótipos de arroz para a variável desempenho relativo de comprimento de parte aérea sob estresse salino.

Para DRCPA a distribuição das frequências dos genótipos foi levemente assimétrica negativa, isto é, quase normalmente distribuída. O coeficiente de curtose demonstrou uma distribuição leptocúrtica, com boa parte dos acessos se posicionando próximo à média. A média da variável foi de quase 68%, chegando até 90% na última classe, significando que os genótipos desse grupo perdem somente ao redor de 10% de comprimento quando sob estresse salino. Por outro lado, os indivíduos da primeira classe apresentaram um crescimento de menos de 50% quando sob estresse, em comparação com a condição ótima. Nenhum genótipo apresentou desempenho superior na condição de estresse quando comparado ao controle. As plantas quando sofrem estresse salino apresentam severas reduções de crescimento, devido à distúrbios na permeabilidade da membrana, fotossíntese, condutância dos estômatos, equilíbrio iônico e atividade de troca hídrica (SHANNON; GRIEVE, 1999; NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004). O comprimento de parte aérea pode ser considerado um fator relevante para estudos de tolerância a salinidade, uma vez que discrimina o desempenho dos genótipos frente ao estresse submetido, tendo sido sugerido como marcador morfológico para a tolerância (MAGALHÃES et al., 2018).

Para a variável DRCR foi observado que os genótipos apresentaram uma distribuição novamente leptocúrtica, mas, diferentemente de DRCPA, um acentuado comportamento assimétrico à direita, indicando que é decrescente, ao longo da distribuição, o número de genótipos com desempenho superior. Nas duas últimas classes os genótipos apresentaram um maior crescimento de raízes sob excesso de sal em comparação ao controle. De fato, a literatura relata que o maior crescimento de raízes pode ser uma estratégia das plantas para superar condições de estresse (GHEYI et al., 2010), considerando que este órgão poderia buscar porções do solo onde os teores de sal fossem menos elevados. É necessário, entretanto, elucidar se esta resposta diferencial de fato proporciona vantagem a estes genótipos em termos de manutenção do potencial produtivo na condição de estresse.



**Figura 2:** Distribuição de frequência de 70 genótipos de arroz para a variável desempenho relativo do comprimento de raiz sob estresse salino.

#### 4. CONCLUSÕES

Existe variabilidade para tolerância à salinidade entre os acessos de arroz estudados e os genótipos superiores podem ser utilizados como genitores em cruzamentos visando o desenvolvimento de cultivares tolerantes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 2009.
- CABANERO, F. J.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant Science**, v.166, p.443-450, 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de Arroz**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 21 de dezembro de 2018.
- FAO. **Status of the World's Soil Resources**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation. Chapter 6: Global soil status, processes and trends, 2015, 167 p.
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo de salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Tecnologia em Salinidade. 471 p. 2010.
- LEE, I.; SEO, Y.S.; COLTRANE, D.; HWANG, S.; OH, T.; MARCOTTE, E.M.; RONALD, P.C. Genetic dissection of the biotic stress response using a genome-scale gene network for rice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.108, p.18548-18553, 2011.
- MAGALHÃES, G. F.; LUZ, V. K.; NARDINO, M.; OLIVEIRA, V. F.; SCALCO, C. B.; BANDEIRA, J. M.; CASTILHOS, R. M. V.; JÚNIOR MAGALHÃES, A. M.; MAIA, L. C.; OLIVEIRA, A. C. Response of rice genotypes subjected to salt stress. **Communications in Plant Science**, v. 8, p. 90-99, 2018.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.
- NAVARRO, J. M.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulators**, v.41, p.237-245, 2003.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Science Horticulture**, v.78, p.5-38, 1999.
- SIRAULT, X. R. R.; JAMES, R. A.; FURBANK, R. T. A new screening method for osmotic component of salinity tolerance in cereals using infrared thermography. **Functional Plant Biology**, v. 36, n. 11, p. 970-977, 2009.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Publications rice**. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov>. Acesso em 21 de dezembro de 2018.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. The International Rice Research Institute, Phillippines, 269p. 1981.
- ZENG, L.; SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by multiple agronomic parameters. **Euphytica**, v.127, p. 235-245, 2002.