

# PRODUTIVIDADE, QUALIDADE FISIOLÓGICA E EXPRESSÃO ISOENZIMÁTICA DE SEMENTES DE ARROZ SUBMETIDAS À SALINIDADE

Elisa Souza Lemes<sup>1</sup>; Leticia Winke Dias<sup>1</sup>; Sandro de Oliveira<sup>1</sup>; André Oliveira de Mendonça<sup>1</sup>; Géri Eduardo Meneghelo<sup>2</sup>; Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros<sup>3</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., germinação, vigor, estresse salino.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo e o principal alimento consumido para mais da metade da população no planeta (VAN NGUYEN & FERRERO, 2006). O Brasil está entre os dez principais produtores de arroz, na safra 2012/2013 a produção estimada é de 11,9 milhões de toneladas, 3% maior do que o volume colhido na safra anterior. O Rio Grande do Sul é responsável por 7,9 milhões de toneladas, sendo o maior produtor brasileiro (CONAB, 2013).

A produtividade poderia ser ainda maior, porém alguns fatores limitam a obtenção de maiores valores. Há fatores ambientais, denominados estresses ou distúrbios ambientais, que limitam a produtividade agrícola (ASHRAF & HARRIS, 2004). A salinidade é um dos mais importantes fatores de estresse abiótico, afetando diversos aspectos fisiológicos, bioquímicos e reduz significativamente os rendimentos das plantas.

O estresse salino em plantas de arroz pode ocorrer tanto pela presença de sais em excesso no solo, quanto por sua introdução ao sistema de cultivo, via água de irrigação. Em ambas as situações, a quantidade elevada de sais afeta o crescimento e a produtividade da cultura (FAGERIA et al., 1981; GRATTAN et al., 2002), pelo aumento da pressão osmótica da solução do solo, pela acumulação de íons em excesso no tecido vegetal, que podem ser tóxicos ou causar deficiência de outros nutrientes, ou ainda, pela alteração da condição nutricional da planta, quanto à exigência e habilidade de absorção de nutrientes (FAGERIA, 1985), influenciando diversos processos fisiológicos.

As isoenzimas são produtos da expressão gênica altamente influenciados pelo ambiente e, conseqüentemente pelo manejo, devido os genes que controlam a sua expressão manifestam-se em determinados estádios do desenvolvimento e em órgãos e tecidos específicos, ou ainda sob um determinado estímulo (RAMÍREZ et al., 1991). As enzimas relacionadas à qualidade fisiológica das sementes mais pesquisadas são aquelas que atuam no processo respiratório, como a malato desidrogenase, aquelas envolvidas no metabolismo de ligação nitrogênio-carbono, como a glutamato desidrogenase, enzimas que possuem funções específicas no metabolismo dos lipídios, a exemplo das esterases, ou, ainda, enzimas removedoras de peróxidos, como as catalases, peróxido dismutase e enzimas relacionadas à desestruturação do sistema de membranas, como a esterase e fosfatase ácida e alcalina (CARVALHO et al., 2000).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o rendimento, a qualidade fisiológica e a expressão isoenzimática de sementes de arroz em resposta ao estresse salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra agrícola 2011/2012, na casa de vegetação e no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) do Departamento de Fitotecnia da

<sup>1</sup>Pós-graduandos do PPG Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Departamento de Fitotecnia, campus Capão do Leão. Caixa Postal 354 – CEP 96001-970. E-mail: [lemes.elisa@yahoo.com.br](mailto:lemes.elisa@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Eng. Agr. Dr. em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPeL.

<sup>3</sup> Prof. Dr. do PPG Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPeL.

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Foi utilizado sementes de arroz da cultivar IRGA 424.

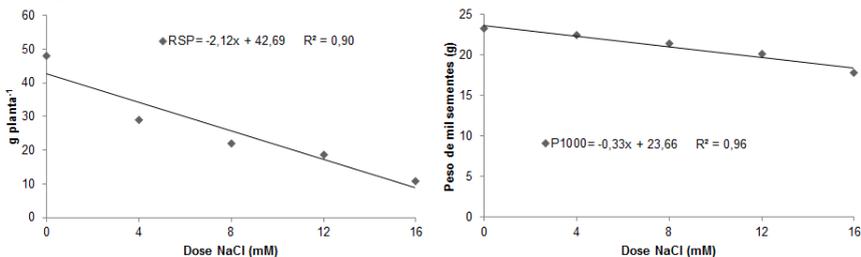
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de cloreto de sódio (NaCl) nas doses de 0, 4, 8, 12 e 16 mM. A irrigação foi realizada diariamente no período da manhã com as concentrações de NaCl, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo até o estabelecimento definitivo da lâmina de água, realizado aos 30 dias após a emergência, conduzindo desta forma o experimento até a fase de maturação de campo. Para a semeadura, utilizaram-se vasos de 7 litros onde foram semeadas 15 sementes, sendo que após o desbaste deixaram-se apenas 2 plantas, as quais permaneceram até a colheita das sementes. A adubação foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004).

A colheita foi realizada quando as plantas estavam nos estádios R8 e R9, caracterizando a maturidade fisiológica das sementes. Após avaliou-se as seguintes variáveis: Rendimento de sementes por planta (RSP), peso de mil sementes (P1000), Germinação (G), realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA). Os padrões enzimáticos esterase (EST) e glutamato oxalacetato transaminase (GOT) foram analisados de acordo com metodologia descrita por SCANDÁLIOS (1969) e ALFENAS (1998).

A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, levando em consideração a presença/ausência, bem como a intensidade de cada uma das bandas eletroforéticas. Os dados foram submetidos à análise de variância e analisados por regressão polinomial. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

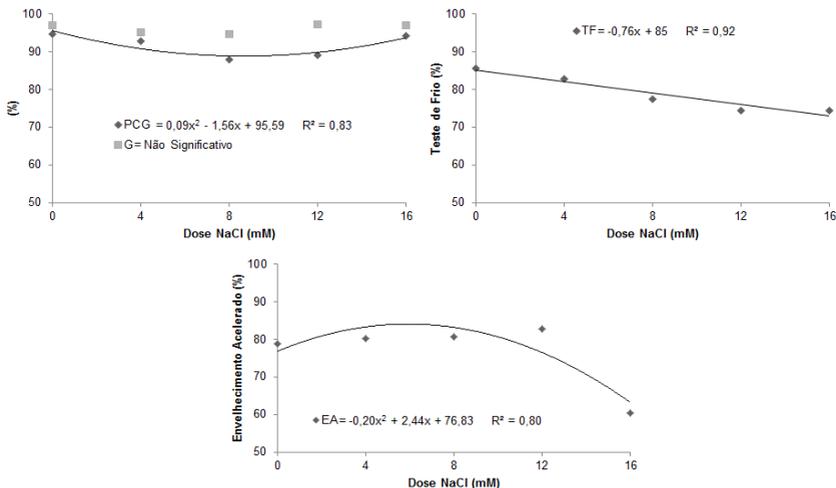
Na Figura 1, verificou-se efeito significativo das doses de cloreto de sódio (NaCl) sobre o rendimento de sementes por planta (RSP) e peso de mil sementes (P1000). Para o RSP e P1000, observa-se que há uma redução desses parâmetros na ordem de 2,12 g planta<sup>-1</sup> e 0,33 g para cada unidade de aumento das doses de NaCl, respectivamente.



**Figura 1.** Rendimento de sementes por planta e peso de mil de sementes de arroz oriundas de plantas submetidas à salinidade.

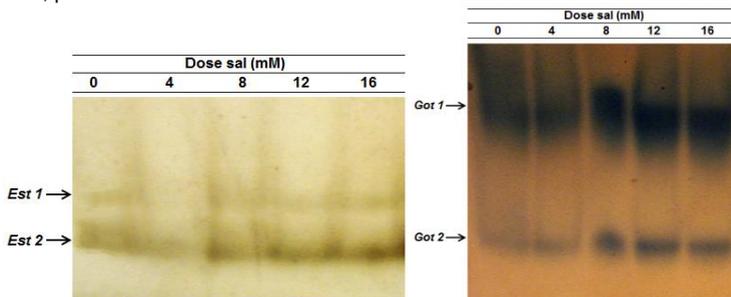
Os resultados referentes à germinação (G) e vigor (PCG, TF, EA) das sementes de arroz submetidas a salinidade, encontram-se na Figura 2. Não foi constatado efeito das doses de cloreto de sódio sobre a germinação. Discordando de Lima et al. (2005) que verificaram decréscimo na germinação de sementes de arroz, em função do aumento na concentração salina, e sugeriram que a salinidade afeta o desenvolvimento de plântulas normais e diminui a viabilidade e o vigor das sementes. Já para a variável PCG, a resposta foi significativa em relação às doses de cloreto sódio, reduzindo a percentagem de plântulas normais até a dose de 8,7 mM de cloreto de sódio. Em relação ao teste de frio, observou-se

uma redução linear de 0,76 pontos percentuais para cada unidade de aumento das doses de cloreto de sódio. Para o teste de envelhecimento acelerado, os resultados apresentaram um comportamento quadrático positivo, tendo como ponto de máxima na dose de 6,1 mM de cloreto de sódio.



**Figura 2.** Germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (TF) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de arroz oriundas de plantas submetidas à salinidade.

No sistema eletroforético esterase, observa-se a presença de dois alelos (EST1 e EST2), assim como para o sistema da glutamato oxaloacetato transaminase (GOT1 e GOT2) apresentados na Figura 3. Houve um aumento na intensidade das bandas de ambos os alelos, para os dois sistemas eletroforéticos conforme o aumento das doses de sal.



**Figura 3.** Padrões eletroforéticos obtidos com o sistema isoenzimático EST e GOT de sementes de arroz oriundas de plantas submetidas à salinidade.

A enzima esterase está relacionada com o catabolismo de lipídeos, fonte de carbono para a síntese de novas moléculas em plântulas (BEWLEY & BLACK, 1994), uma vez que o maquinário fotossintetizante não está preparado para suprir toda a demanda de carbono requerida pela planta. Infere-se que o aumento da sua expressão poderia refletir em uma maior disponibilidade de substrato para o processo germinativo, no entanto, o aumento da expressão não está diretamente ligado à atividade da enzima. No caso da isoenzima GOT, o aumento na atividade desta enzima é inversamente proporcional a qualidade das sementes, onde esta é responsável pela oxidação de aminoácidos, fornecendo energia para o Ciclo de Krebs ou redução do  $\alpha$ -cetogluturato para a síntese de novos aminoácidos, como

fonte de energia ao embrião em desenvolvimento (VIEIRA et al., 2009). Em função de esta estar diretamente envolvida no metabolismo do N, é possível que variações ocorram à medida que acontece a síntese e degradação de aminoácidos, durante o processo de germinação. A expressão apresentada na presente pesquisa para este padrão eletroforético evidencia decréscimo na qualidade da semente, o que confirmaria os dados encontrados para RSP e P1000 (Figura 1) e testes de vigor (Figura 2).

## CONCLUSÕES

A aplicação de doses de cloreto de sódio em plantas de arroz reduz o vigor, peso de mil e o rendimento de sementes de arroz da cultivar IRGA 424. Além disso, aumentam a intensidade dos sistemas eletroforéticos esterase e GOT.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins**. Viçosa: UFV, 1998, 574p.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.1, p.3-16, 2004.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds – Physiology of Development and Germination**. 2ed. New York. Plenum Press. 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; PINHO, E.R.V. Técnicas moleculares em sementes. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.3, n.17, p.44-47, 2000.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: Sexto levantamento grãos safra 2012/2013 - março 2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> Acesso em: 30 de maio 2013.
- FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, p. 237-243, 1985.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 677-681, 1981.
- GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Berkeley, v. 56, p. 189-195, 2002.
- LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; ABREU, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.54-61, 2005.
- MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. Winstat. Versão 1.0**. UFPel, 2003.
- RAMIREZ, H.; CALDERON, A.; ROCCA, W. Técnicas moleculares para evaluar y mejorar el germoplasma vegetal. In: ROCCA, W.; MROGINSKI, L. (Ed). **Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y aplicaciones**. Cali: CIAT, 1991, p. 825-856.
- SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, v. 3, p. 37-39, 1969.
- VAN NGUYEN, N. e FERRERO, A. Meeting the challenges of global rice production. **Paddy Water Environ**, v.4, p.1-9, 2006.
- VIEIRA, E. S. N.; VON PINHO, E. V. R.; CARVALHO, M. G. G.; SILVA, P. A. Caracterização de cultivares de soja por descritores morfológicos e marcadores bioquímicos de proteínas e isoenzimas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 86-94, 2009.