

## ESTRESSE ABIÓTICO E CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES DE GENÓTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

**WOLTER, DAIANA DÖRING**<sup>1</sup>; **ZIMMER, CRISTIANO MATHIAS**<sup>2</sup>; **GROLI, EDER LICIERI**<sup>2</sup>; **DANIELOWSKI, RODRIGO**<sup>2</sup>; **COSTA DE OLIVEIRA, ANTONIO**<sup>3</sup>; **MAIA, LUCIANO CARLOS**<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Acadêmica da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"/UFPeI – daianawolter@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Genômica e Fitomelhoramento - FAEM/UFPeI - <http://cgfufpel.org>

<sup>3</sup> Professor Departamento de Fitotecnia da FAEM/UFPeI – lucianoc.maia@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo. O Brasil é o país com a maior produção de arroz (11,9 milhões Mg) fora do continente asiático (FAOSTAT, 2013). Na safra 2012/13 a área cultivada foi de 2,4 milhões de hectares, com produtividade média de 4,9 Mg ha<sup>-1</sup>. O Rio Grande do Sul responde por 67,2% da produção brasileira, com produtividade média de 7,5 Mg ha<sup>-1</sup>, gerando uma produção total de 8 milhões Mg (CONAB, 2013).

A produtividade das culturas é expressa em função do genótipo da espécie cultivada, do ambiente de cultivo e da interação do genótipo com o ambiente (MAGALHÃES JUNIOR, 2010). O estresse abiótico gerado pela salinidade reduz a produtividade de uma grande quantidade de espécies cultivadas em todo o mundo (MANSOUR et al., 2003, LUTTS et al., 2004), o arroz é uma destas culturas e é classificado como uma espécie sensível (MUNNS e TESTER, 2008).

Estima-se que aproximadamente 6% das áreas agricultáveis do planeta, ou seja, mais de 800 milhões de hectares já apresentam algum grau de limitação em função da salinidade dos solos (FAO, 2008), outra estimativa também de grande importância e muito preocupante é de que até 2030 ocorra um aumento de 30%, chegando em 2050 com aproximadamente 50% das terras agricultáveis com algum grau de limitação em função dos níveis de salinidade presentes no solo (FAO, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as correlações entre caracteres de arroz, em plantas cultivadas em soluções nutritiva com diferentes concentração de Coreto de Sódio (NaCl).

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em estufa da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel na Universidade Federal de Pelotas, campus do Capão do Leão, equipada com bancadas onde foram instalados pequenos tanques com capacidade total de 20 litros e bandejas multicelulares, para a condução do experimento em sistema de cultivo hidropônico tipo *floating*. As sementes dos 24 genótipos foram colocadas para germinar em *gerbox*, com no mínimo 100 sementes previamente tratadas, sendo utilizados quatro *gerbox* para cada.

Os *gerbox* com as sementes foram colocados para germinar em incubadora do tipo B.O.D. com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 14 horas, permanecendo nestas condições por 14 dias. Após o período de germinação plântulas normais foram transplantadas para as bandejas multicelulares de 72 células que foram preenchidas com o substrato vermiculita expandida de granulometria média já umedecida com solução nutritiva normal. Permanecendo nesta solução pelo período mínimo de uma semana, evitando-se assim o somatório do estresse

causado pelo transplante, com o efeito das concentrações de sal. Após o período de aclimação em solução nutritiva normal, as bandejas foram irrigadas com água destilada em abundância, para proporcionar a lixiviação dos nutrientes no substrato. Após o escoamento da água, cada bandeja foi instalada em seu respectivo tanque, agora contendo solução nutritiva com suas respectivas concentrações de sal, ficando neste sistema por um período de 21 dias. O delineamento experimental adotado foi em parcela subdividida com três blocos, sendo o fator dose a parcela e o fator genótipo a subparcela. A composição final da solução nutritiva adaptada de YOSHIDA et al., 1976 foi de: 1,4 mM  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 0,7 mM  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 0,27 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0,057 mM;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 1 mM  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; 1,64 mM  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 9,47  $\mu\text{M}$   $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; 0,0748  $\mu\text{M}$   $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; 18,81  $\mu\text{M}$   $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 0,1522  $\mu\text{M}$   $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,1502  $\mu\text{M}$   $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 35,62  $\mu\text{M}$   $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  com pH ajustado para 4,5. O estresse foi gerado pela adição de NaCl P.A., na solução nutritiva nas concentrações de 0, 30, 60 e 90 mM. Após o período de 21 dias todas as plantas foram avaliadas em função do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (C.RAIZ), volume de raiz (V.RAIZ), número de folhas (NF), número de afilhos (NA), número de folhas dos afilhos (NFA), área foliar (ÁREA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSRAIZ). Para a avaliação do volume de raiz, procedeu-se primeiramente a limpeza do sistema radicular para eliminar o substrato aderido as raízes e logo em seguida mediu-se o volume deslocado pelas raízes em uma proveta graduada em mL, imediatamente após a leitura do volume de raízes efetuou-se a estimativa da área foliar das plantas em um determinador fotoelétrico (Area Meter, modelo LI-3100 da Li-cor Ltda.) pertencente ao programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel, que fornece a leitura diretamente em  $\text{cm}^2$ . Após a coleta dos dados morfológicos e já com as plantas separadas em sistema radicular e parte aérea colocou-se cada parte da planta em um saco de papel devidamente identificado, colocando-se estes para secar em estufa de ventilação forçada com temperatura ajustada para 60 °C até que atingissem peso seco constante, efetuando-se a avaliação da massa seca em balança analítica com precisão de três casas decimais. Após as coletas de dados, estes foram analisados com o uso dos softwares SAS® LEARNING EDITION (2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visto que as concentrações de NaCl adotada no experimento foi suficiente para alterar o comportamento das cultivares, deu-se procedência a uma análise de correlação para ambas as concentrações de NaCl adotadas no estudo.

Conforme os resultados apresentados na diagonal superior da Tab. 1, correspondentes as correlações obtidas na concentração 0 mM, foram observadas dezoito correlações significativas de diferentes sentidos e magnitudes, entre os caracteres, sendo a associação mais significativa observada entre os caracteres MSPA e Área Foliar (0,95).

Observando os resultados apresentados na diagonal inferior da Tab. 1, correspondentes as correlações obtidas na concentração de 30 mM, notam-se que as correlações foram alteradas em número e magnitude, sendo que nesta condição ocorreram vinte e quatro correlações significativas.

A diagonal superior da Tab. 2 demonstra as correlações correspondentes à concentração de 60 mM, onde é possível observarmos que ocorre uma redução no número de correlações, nesta condição dezesseis são as correlações significativas.

Na diagonal inferior da Tab. 2 estão representadas as correlações da concentração de 90 mM, observamos que as correlações foram alteradas em

número e magnitude, sendo que nesta condição ocorreram apenas onze correlações significativas.

Do total de correlações observadas na dose 0 mM, três associações que se correlacionaram com maior intensidade se mantiveram na condição de estresse por NaCl sendo estas MSPA com MSRAIZ, NFA com NA, Área Foliar com MSPA.

Tabela 1 - Coeficiente de Correlação de Pearson para os caracteres Comprimento da Parte Aérea (CPA), Comprimento de Raiz (CRAIZ), Número de Folhas (NF), Número de Afílios (NA), Número de folhas dos Afílios (NFA), Volume de Raiz (VOLR), Massa Seca da Raiz (MSRAIZ), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Área foliar (AREA), em genótipos de arroz cultivados em solução nutritiva com diferentes concentrações de NaCl (0 mM e 30 mM).

30	0	CPA cm	CRAIZ cm	NF und.	NA und.	NFA und.	VOLR mL	MSRAIZ g	MSPA g	AREA cm <sup>2</sup>
CPA	1	0.51**	0.04 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.51**	0.52**	0.59**	0.49**	
CRAIZ	0.49**	1	0.12 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.58**	0.72**	0.69**	0.68**	
NF	0.07 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	1	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	
NA	0.12 <sup>ns</sup>	0.27*	0.18 <sup>ns</sup>	1	0.94**	0.29*	0.18 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	
NFA	0.08 <sup>ns</sup>	0.33*	0.06 <sup>ns</sup>	0.84**	1	0.25*	0.13 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	
VOLR	0.49**	0.48**	0.16 <sup>ns</sup>	0.51**	0.58**	1	0.66**	0.52**	0.44**	
MSRAIZ	0.47**	0.55**	-0.18 <sup>ns</sup>	0.38**	0.45**	0.58**	1	0.86**	0.80**	
MSPA	0.54**	0.64**	-0.14 <sup>ns</sup>	0.48**	0.50**	0.60**	0.88**	1	0.95**	
AREA	0.36**	0.64**	-0.16 <sup>ns</sup>	0.44**	0.52**	0.49**	0.79**	0.88**	1	

ns, \*\* e \* não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 2 - Coeficiente de Correlação de Pearson para os caracteres Comprimento da Parte Aérea (CPA), Comprimento de Raiz (CRAIZ), Número de Folhas (NF), Número de Afílios (NA), Número de folhas dos Afílios (NFA), Volume de Raiz (VOLR), Massa Seca da Raiz (MSRAIZ), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Área foliar (AREA), em genótipos de arroz cultivados em solução nutritiva com diferentes concentrações de NaCl (60 mM e 90 mM).

90	60	CPA cm	CRAIZ cm	NF und.	NA und.	NFA und.	VOLR mL	MSRAIZ g	MSPA g	AREA cm <sup>2</sup>
CPA	1	0.09 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.25*	0.27*	0.26*	0.34*	0.16 <sup>ns</sup>	
CRAIZ	0.18 <sup>ns</sup>	1	0.05 <sup>ns</sup>	0.25*	0.18 <sup>ns</sup>	0.31**	0.36**	0.40**	0.41**	
NF	0.12 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	1	-0.02 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	
NA	-0.29*	0.28*	-0.22 <sup>ns</sup>	1	0.90**	0.20 <sup>ns</sup>	0.28*	0.35**	0.47**	
NFA	-0.37**	0.25*	-0.18 <sup>ns</sup>	0.94**	1	0.16 <sup>ns</sup>	0.30*	0.32**	0.48**	
VOLR	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.25*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.24*	1	0.40**	0.50**	0.45**	
MSRAIZ	0.08 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	0.34**	0.36**	0.21 <sup>ns</sup>	1	0.72**	0.74**	
MSPA	0.12 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	0.34**	0.36**	0.30*	0.90**	1	0.92**	
AREA	-0.10 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.44**	0.50**	0.28*	0.73**	0.76**	1	

ns, \*\* e \* não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

As doses de 30, 60 e 90 mM de NaCl foram suficientes para alterar a magnitude e o número de correlações entre os caracteres avaliados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO 2006. Food and Agriculture Organization . The state of food security in the world. FAO, Rome, Italy.

FAO. 2008. Land and Plant Nutrition Management Service. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>

FAOSTAT 2013, Food and Agriculture Organization of the United Nations, The statistics division. Disponível em: <http://faostat.fao.org/#>. Acesso em Junho de 2013.

LUTTS, S.; ALMANSOURI, M.; KINET, J. M. Salinity and water stress have contrasting effects on the relationship between growth and cell viability during and after stress exposure in durum wheat callus. Plant Science, v. 167, p. 9-18, 2004.

MAGALHAES JUNIOR, Ariano Martins de et al. Ácido abscísico e o estresse abiótico. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 30 p.

MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A.; AL-MUTAWA, M. M. Transport proteins and salt tolerance in plants. Plant Science., vol. 164, p. 891–900, Jun. 2003.

MUNNS R. & TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, vol. 59, p. 651–681. Jan. 2008.

SAS LEARNING EDITION. SAS Program - Getting started with the SAS Learning Edition. North Carolina: Cary SAS Publishing, 2013.

YOSHIDA S.; FORNO D.A.; COCK J.H.; GOMEZ K.A. Laboratory manual for physiological studies of rice, 3rd ed. International Rice Research Institutes, Manila, Philippines, 1976, p. 61