

## TOLERÂNCIA DE FAMÍLIAS MUTANTES M<sub>9</sub> DE ARROZ AO EXCESSO DE FERRO

**COSTA, Savana Iribarem<sup>1</sup>; SILVA, Patricia Soares da<sup>1</sup>; MARINI, Naciele<sup>1</sup>; SOARES\_BRESOLIN, Adriana Pires<sup>1</sup>; MAIA, Luciano Carlos da<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Laboratório de Genômica e Fitomelhoramento. Campus Universitário - Caixa Postal 354 – CEP 96010-900.  
vana\_irribarem@hotmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana e principal alimento para mais da metade da população do mundo. Sendo atualmente o segundo cereal mais produzido no mundo (FAO, 2010).

O Brasil apresenta papel de destaque, sendo o 1º país fora da Ásia em produção e consumo de arroz. O Rio Grande do Sul tem uma importância fundamental neste processo, sendo o principal produtor de arroz irrigado do País (IRGA, 2010). No entanto, esta forma de cultivo irrigado, tem como característica a manutenção de uma lâmina de água sobre o solo durante a maior parte do seu desenvolvimento, estabelecendo um ambiente anaeróbico, propício para a redução de compostos como óxidos de ferro (de Fe<sup>3+</sup> à Fe<sup>2+</sup>), resultando no aumento da disponibilidade de Fe<sup>2+</sup> na solução do solo a níveis que podem ser tóxicos as plantas cultivadas nestas condições (PONNAMPERUMA, 1972; BECANA et al., 1998).

A toxidez por ferro é um dos mais importantes estresses abióticos a limitar produção do arroz irrigado a nível mundial (DOBERMANN e FAIRHURST, 2000; WARDA, 2001). Podendo levar a perdas consideráveis na produção que podem representar de 12-100% de redução no rendimento (SAHRAWAT, 2004) quando as cultivares apresentam sensibilidade.

O desenvolvimento de novas cultivares é um processo contínuo dentro dos programas de melhoramento. Porém, para que o sucesso seja efetivo, é fundamental a presença de variabilidade genética para fins de seleção. A obtenção de variabilidade mediante o emprego de agentes mutagênicos é uma das ferramentas que pode ser empregada no melhoramento vegetal em função da capacidade de alterar uma ou mais características desejáveis.

Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar morfologicamente genótipos mutantes de arroz quanto a sua tolerância à toxidez por ferro sob condições de hidroponia.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório Genômica e Fitomelhoramento (LGF) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL).

Foram utilizados três genótipos de arroz irrigado, previamente caracterizados segundo resultados experimentais a campo e recomendados pela SOSBAI (2007): BRS7-Taim, Epagri108 (testemunha tolerante), BR-Irga409 (testemunha sensível) e oito famílias mutantes de arroz, na geração M<sub>9</sub>: LGF-Z-M9-435, LGF-Z-M9-42, LGF-Z-M9-280, LGF-Z-M9-188ARP, LGF-Z-M9-295, LGF-Z-M9-189, LGF-Z-M9-41 e LGF-Z-M9-282, pertencentes ao banco de germoplasma do Laboratório de Genômica e Fitomelhoramento/FAEM/UFPeL, obtidos a partir da

cultivar BRS7-TAIM, por meio de irradiações de raios gama provenientes do  $^{60}\text{Co}$  em uma dosagem de 200 a 250 Gy, em um aparelho Eldorado 78 do Centro Regional de Oncologia da UFPel no ano 1999 (ZIMMER et al., 2003).

As sementes passaram por um processo de desinfestação em hipoclorito de sódio 1% durante 10 minutos, após foram lavadas em água destilada. Posteriormente, foram mantidas em câmara de germinação (BOD) a 26°C, com fotoperíodo de 16 horas e umidade relativa de 100% por 72 horas, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Plântulas apresentando comprimento de raiz uniforme (cerca de 10 mm) foram dispostas em telas de náilon, adaptadas a recipientes plásticos de dois litros de capacidade, de modo a manter a raiz em permanente contato com a solução nutritiva padrão para arroz (YOSHIDA et al., 1976). As plântulas permaneceram nesta solução por 28 dias, a troca da solução nutritiva foi realizada a cada 7 dias e os recipientes foram mantidos em um tanque hidropônico com água a uma temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de 16 horas. Após este período metade das plântulas foram mantidas no tratamento controle – T1 (solução nutritiva padrão com  $2\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  em  $\text{pH } 4,0 \pm 0,1$ ) e a outra metade foi transferida para o tratamento de estresse por de ferro – T2 (solução nutritiva padrão com  $2000\text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  em  $\text{pH } 4,0 \pm 0,1$ ), onde permaneceram por três dias, conforme protocolo descrito por Asch et al. (2005) e adaptado por Soares\_Bresolin (2010). - Durante o período de estresse, o pH da solução foi aferido duas vezes ao dia e corrigido através da adição de  $\text{NaOH } 1\text{mol L}^{-1}$  ou  $\text{HCl } 1\text{N}$ .

Após este período foram mensuradas as variáveis: comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento do coleóptilo (CC), em cm e número de raiz (NR).

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, em esquema fatorial tratamento x genótipo (2x11) com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo método de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional SAS (SAS LEARNING EDITION, 2002).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de variância (Tab. 1) evidenciaram que as quatro variáveis analisadas obtiveram diferença significativa ( $P,0,05$ ) para o fator Genótipo e para Tratamento. Em relação a interação Genótipo x Tratamento foi observada significância para as variáveis CPA, CC e CR, não sendo significativa para NR. Estes resultados indicam que os genótipos respondem diferentemente aos tratamentos, implicando assim no desmembramento para análises de comparação de médias.

De acordo com a análise de comparação de médias (Tab. 2) a diferença apresentada entre os genótipos para as variáveis CPA, CC e CR quando analisados no tratamento controle (T1) deve-se ao fato destes apresentarem constituições genéticas diferentes, indicando assim a presença de variabilidade entre os genótipos mutantes de arroz.

Na comparação dos genótipos em relação aos tratamentos, para as variáveis analisadas, pode ser observado que a cultivar EPAGRI 108 apresentou em relação aos demais genótipos, comportamento similar mesmo quando submetida ao tratamento com maior concentração de Fe (T2), confirmando a tolerância a toxidez por ferro, desta cultivar, já caracterizada a campo anteriormente.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância, para as variáveis: comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de coleótilo (CC), comprimento de raiz (CR), em cm e número de raiz (NR), de 11 genótipos de arroz irrigado avaliados nos tratamentos controle (T1= solução nutritiva padrão com 2 mg L<sup>-1</sup> de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) e de estresse por ferro (T2= 2000 mg L<sup>-1</sup> de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), em solução hidropônica. UFPel /FAEM –LGF, 2011.

Fonte de Variação	GL	QM			
		CPA	CC	CR	NR
Genótipo (G)	10	23,42*	0,77*	4,43*	7,43*
Tratamento (T)	1	101,60*	0,12*	15,52*	184,67*
G x T	10	5,44*	0,23*	1,52*	0,92 <sup>ns</sup>
ERRO	44	0,52	0,21	0,66	0,82
Média Geral	-	24,48	1,26	12,95	13,14
R <sup>2</sup>	-	0,94	0,83	0,72	0,88
CV (%)	-	2,96	5,51	6,30	6,92

\* valores significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; GL= graus de liberdade; QM= quadrado médio.

Ainda na comparação entre os tratamentos, os genótipos LGF-Z-M9-189 e LGF-Z-M9-280, apresentaram comportamento inferior as testemunhas padrão, reduzindo o comprimento de parte aérea e do coleótilo quando submetidos ao estresse por toxidez de ferro (T2).

Entretanto, cabe ressaltar que o genótipo LGF-Z-M9-42, apresentou um melhor desempenho em relação aos demais genótipos, comparando com as testemunhas, para as variáveis analisadas, destacando-se como um importante genótipo para a realização de estudos em relação a tolerância ao ferro.

**Tabela 2.** Resposta dos genótipos de arroz irrigado para as variáveis: comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de coleótilo (CC), comprimento de raiz (CR), em cm e número de raiz (NR), de 11 genótipos de arroz irrigado avaliados nos tratamentos controle (T1= solução nutritiva padrão com 2 mg L<sup>-1</sup> de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) e de estresse por ferro (T2= 2000 mg L<sup>-1</sup> de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), em solução hidropônica. UFPel /FAEM –LGF, 2011.

GENÓTIPO	CPA		CC		CR	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
BRS7-Taim	a23,27E	a22,31AB	a1,10CD	a1,02D	b12,27B	a12,63AB
Epagri 108	a20,05F	a20,16C	a1,32AB	a1,39ABC	a14,24A	a13,43AB
BR-Irga 409	a25,72BC	b21,76C	a1,05D	a0,96D	a12,7AB	b11,53AB
LGF-Z-M9-435	a25,39CD	b22,60BC	a1,29ABC	a1,38ABC	a13,77B	b11,16AB
LGF-Z-M9-42	a25,06CD	a24,24A	a1,27ABC	b1,38AB	a14,27AB	b12,41A
LGF-Z-M9-280	a26,71AB	b24,81AB	a1,48A	b1,24CD	a12,84AB	a12,34AB
LGF-Z-M9-188ARP	a26,13BCD	a25,07A	a1,31BCD	a1,37ABC	a14,31A	a13,65A
LGF-Z-M9-295	a24,30D	a23,81AB	a1,32AB	a1,27ABC	a11,62B	a11,36AB
LGF-Z-M9-189	a28,21A	b25,11A	a1,32AB	b1,23BCD	a14,94A	a13,10AB
LGF-Z-M9-41	a27,78A	b25,02A	a1,14BCD	a1,33ABC	a12,36AB	a12,65AB
LGF-Z-M9-282	a26,39AB	b24,39AB	a1,35AB	a1,35A	a13,50AB	a12,88AB

\*médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferenciam significativamente;  
 \*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferenciam significativamente.

#### 4 CONCLUSÃO

As mutações geradas na cultivar TAIM por meio de irradiações de raios gama promovem variabilidade entre os mutantes.

O genótipo mutante de arroz LGF-Z-M9-42 evidencia comportamento superior para os caracteres analisados em relação à testemunha tolerante à toxidez por ferro, destacando-se como constituição genética promissora para estudos futuros.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ASCH, F.; BECKER, M.; KPONGOR, D. S. A quick and efficient screen for resistance to iron toxicity in lowland rice, **J. Plant Nutr. Soil Sci.** v.168, n.6, p.764-773, 2005.
- BECANA, M.; MORAN, J.F.; ITURBE-ORMAETXE, I. Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: Toxicity and antioxidant protection. **Plant and Soil.** v.201, p.137-147. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: SNAD/CLAV, 398p. 2009.
- DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. **The International Rice Research Institute**, Manila, Philippines. 2000.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database, disponível em <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>.
- INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Arroz irrigado no RS: área cultivada, produção, nº de engenhos e beneficiamento.** Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>.
- Ponnamperuma, F.M. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy.** v.24, n.1, p29-96. 1972.
- SAHRAWAT, K. L. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. **Journal Plant Nutr.** v..27, p.1471-1504, 2004.
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Pelotas: SOSBAI, 164 p. 2007.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS: Statistical Analysis System-Getting Started with the SAS Learning Edition.** Cary, NC: SAS Institute inc. 86p. 2002.
- SOARES\_BRESOLIN, A.P. 2010. **Caracterização morfológica e análise da expressão gênica em arroz (*Oryza sativa* L.) sob estresse por ferro.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 144p.
- WARDA. Annual Report 2000. West Africa Rice Development Association, Bouake, Côte d'Ivoire. 2001.
- YOSHIDA, S.; FORNO, D. A.; COCK, J. H.; GOMEZ, K. A. **Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice.** The international rice research institute (IRRI). Los Baños, Laguna, Philippines. 1976.
- ZIMMER, P.D; MATTOS, L.A.T; OLIVEIRA, A.C; CARVALHO, F.I.F; MAGALHÃES, J.A; KOPP, M.M; FREITAS, F.A. Identification of rice mutants (*Oryza sativa* L.) for agronomical and root system traits. **Revista Brasileira de Agrociência,** v.9, p-195-199, 2003.