

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS ELITES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA FRENTE À TOXIDEX POR FERRO, SAFRA 2015/2016

Paulo Henrique Karling Facchinello¹; Eduardo Anibebe Streck¹; Gabriel Almeida Aguiar¹; Janaína Vilella Gouveia²; Ariano Martins de Magalhães Júnior³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, estresse abiótico, toxidez indireta.

INTRODUÇÃO

O Ferro é um nutriente essencial para organismos vivos, sendo de elevada importância para as plantas e o seu enriquecimento no grão é altamente desejável do ponto de vista da nutrição humana (WHITE e BROADLEY, 2009). No entanto, a absorção excessiva de ferro (Fe^{2+}) no tecido vegetal é tóxica, através de reações químicas que danificam várias moléculas tais como lipídios, proteínas e até mesmo DNA, além de acarretar em grandes prejuízos às culturas, ocasionando até mesmo perdas totais na produtividade, principalmente no que se refere ao arroz irrigado.

Nas lavouras do Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 70% da produção brasileira do cereal, esta toxicidade por ferro tem sido um problema, pois o manejo em sua totalidade é feita sob sistema irrigado, uma vez que a inundação do solo promove a solubilização do ferro, onde o acúmulo de Fe^{2+} na solução do solo pode atingir níveis tóxicos ao arroz. Existem dois tipos de toxidez: a direta, através do bronzeamento da planta pelo acúmulo excessivo de ferro, e a indireta, pela redução da capacidade de absorção dos demais nutrientes. Os principais danos são causados pela toxicidade indireta das plantas, que está associada à deficiência nutricional múltipla, derivada do excesso de ferro na solução do solo, formando uma capa sobre as raízes do arroz impedindo a absorção de outros nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas como P, K, Ca, Mg, N, Si, Na e Zn (SOSBAI, 2016).

Diversos trabalhos demonstram que existe grande variabilidade dos genótipos de arroz irrigado quanto à tolerância ao estresse por ferro (ONAGA, et al., 2013; FREI, 2016), afirmando que a diminuição dos prejuízos pode ser efetiva através da busca por genótipos mais adaptados, possibilitando o uso dos mesmos como genitores pelos programas de melhoramento no desenvolvimento de genótipos superiores.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar a resposta de linhagens elites do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa dispostos ao estresse através do excesso de ferro no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A experimentação foi realizada à campo na estação experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão - RS, no ano agrícola de 2015/2016. O solo é um Planossolo e o preparo da área foi realizado a partir da retirada do horizonte A e exposição do horizonte B. Os resultados da análise de solo demonstraram que a área apresenta uma quantidade de ferro de $3,36 \text{ cmol}_d\text{m}^{-3}$ e o percentual de saturação da CTC equivalente a 50%, tais parâmetros indicam uma alta probabilidade de ocorrência de toxidez por ferro. O manejo de irrigação por inundação teve início aos 10 dias após a emergência das plantas.

Foram avaliadas 42 linhagens elites do programa de melhoramento genético da

¹ Estudante de Doutorado em Agronomia (Fitomelhoramento genético), FAEM-UFPe/Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS, e-mail: phfacchinello@gmail.com.

² Estudante de Agronomia – FAEM/UFPe.

³ Dr. Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

Embrapa, além de 7 cultivares utilizadas como testemunhas, sendo estas: BRS Querência (médio tolerante), H7CL (médio tolerante) e IRGA 417 (suscetível) de ciclo precoce, além das cultivares de ciclo médio BRS 7 “TAIM”, BRS Pampeira, BRS 358 e BR IRGA 409, consideradas como médio tolerante com exceção da última classificada como suscetível. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, constituído de parcelas com quatro linhas de três metros de comprimento, com espaçamento de 20 cm. A densidade de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹, implantadas no sistema de plantio direto.

A avaliação da toxidez indireta por ferro foi realizada visualmente aos 40, 70 e 100 dias após a emergência das plantas (DAE), pelos sintomas de descoloração (amarelecimento ou alaranjamento das folhas) através da escala de notas, sendo de 1,0 a 3,5 para tolerante; 3,6 a 5,5 para médio tolerante; 5,6 a 7,5 para médio suscetível; e 7,6 a 9,0 para suscetível. Os níveis de toxicidade foram representados a partir da média ponderada, atribuindo peso 2 para avaliação aos 40 DAE, peso 6 aos 70 DAE e peso 2 aos 100 DAE segundo metodologia proposta por Magalhães Jr. et al. (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada, e a discriminação entre genótipos considerou o teste de agrupamento de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou diferenças significativas pelo teste t entre os genótipos avaliados. Quanto à média ponderada, referente aos níveis de toxicidade por ferro, foram separados em três grupos pela análise de agrupamento Scott Knott ($p < 0,05$), assim como em três categorias segundo os critérios pré-estabelecidos (tolerante, médio tolerante, médio suscetível), conforme Tabela 1. Algumas testemunhas apresentaram respostas um pouco diferentes da última safra de avaliação (2014/2015), conforme o exposto por Krüger et al. (2015). Contudo, as cultivares testemunhas BRS Querência e BR IRGA 409 demonstraram ser eficientes como parâmetro comparativo de controle ambiental, sendo classificadas novamente como médio tolerante e médio suscetível, respectivamente.

Tabela 1. Resposta dos 49 genótipos de arroz irrigado frente à toxidez por ferro - Safra 2015/2016, Embrapa Clima Temperado, 2017

Genótipo	40 DAE	70 DAE	100 DAE	Média Ponderada*		Reação**
LTB14046	3,7	2,7	4,0	3,1	a	Tolerante
BRS Querência	3,8	3,3	4,3	3,6	a	Médio Tolerante
LTB13015	3,8	3,7	4,7	3,9	a	Médio Tolerante
AB13707	4,5	4,3	3,8	4,3	b	Médio Tolerante
AB13715	4,7	4,0	5,5	4,4	b	Médio Tolerante
AB14826	4,5	4,0	5,7	4,4	b	Médio Tolerante
AB13713	4,7	4,7	3,7	4,5	b	Médio Tolerante
AB14789	5,0	4,0	6,2	4,6	b	Médio Tolerante
LTB12023	3,8	4,7	5,5	4,7	b	Médio Tolerante
AB13008	4,5	4,7	5,0	4,7	b	Médio Tolerante
AB13708	4,7	4,3	5,8	4,7	b	Médio Tolerante
AB13704	4,5	4,7	5,2	4,7	b	Médio Tolerante
AB14001	5,0	4,3	5,8	4,8	b	Médio Tolerante
AB14739	5,7	4,0	6,2	4,8	b	Médio Tolerante
BRS 358	4,8	4,0	7,2	4,8	b	Médio Tolerante
AB14821	4,3	4,0	7,7	4,8	b	Médio Tolerante
AB14759	4,3	4,3	6,8	4,8	b	Médio Tolerante
H7 CL	5,2	4,7	5,3	4,9	b	Médio Tolerante
AB14736	5,2	4,7	5,3	4,9	b	Médio Tolerante
AB14772	5,5	4,3	6,0	4,9	b	Médio Tolerante
AB14740	4,8	4,7	5,7	4,9	b	Médio Tolerante
AB14730	5,2	4,7	5,3	4,9	b	Médio Tolerante
BRS Pampeira	4,7	5,3	4,0	4,9	b	Médio Tolerante

AB13689	4,5	5,0	5,7	5,0	c	Médio Tolerante
IRGA 417	4,3	5,3	5,2	5,1	c	Médio Tolerante
AB14738	5,0	5,0	5,7	5,1	c	Médio Tolerante
AB13692	5,0	5,0	5,7	5,1	c	Médio Tolerante
AB14792	4,2	5,3	5,7	5,2	c	Médio Tolerante
AB14727	5,0	5,0	5,8	5,2	c	Médio Tolerante
AB13724	5,2	5,0	5,7	5,2	c	Médio Tolerante
AB13003	4,7	5,0	6,3	5,2	c	Médio Tolerante
AB14002	4,2	5,3	5,8	5,2	c	Médio Tolerante
LTB13033	4,5	5,3	5,8	5,3	c	Médio Tolerante
AB14741	5,0	5,7	4,3	5,3	c	Médio Tolerante
AB14747	4,3	5,3	6,2	5,3	c	Médio Tolerante
AB14004	5,7	5,0	5,8	5,3	c	Médio Tolerante
AB11502	5,0	5,3	5,8	5,4	c	Médio Tolerante
AB14787	4,2	5,7	5,7	5,4	c	Médio Tolerante
AB13002	5,3	5,3	5,8	5,4	c	Médio Tolerante
AB14003	4,3	5,7	6,0	5,5	c	Médio Tolerante
AB14803	4,8	5,7	5,8	5,5	c	Médio Tolerante
LTB13036	5,7	5,3	6,0	5,5	c	Médio Tolerante
BRS 7 Taim	5,0	5,7	5,8	5,6	c	Médio Suscetível
AB13006	5,2	5,7	6,3	5,7	c	Médio Suscetível
AB13720	4,5	6,0	6,0	5,7	c	Médio Suscetível
AB12614	5,5	5,7	6,2	5,7	c	Médio Suscetível
AB14764	5,7	5,7	6,2	5,8	c	Médio Suscetível
AB13001	5,3	5,7	6,7	5,8	c	Médio Suscetível
BR IRGA 409	4,8	6,3	7,8	6,3	c	Médio Suscetível
Média	4,8	4,9	5,7	5,0		
CV (%)	9,7					

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade,

**0 a 3,5 - tolerante; 3,6 a 5,5 - médio tolerante; 5,6 a 7,5 - médio suscetível e 7,6 a 9 - suscetível.

A linhagem LTB14046 foi a única classificada como tolerante, apresentando o menor nível de toxicidade (3,1), ou seja, se caracterizando como o genótipo de melhor reação ao estresse por ferro. Contudo, pela análise estatística de agrupamento Scott Knott não diferiu significativamente da testemunha BRS Querência e da linhagem LTB13015, classificadas como médio tolerante. Além destes, outros 39 genótipos foram caracterizados como médio tolerante, sendo que 20 destes genótipos foram classificados no grupo “b”, significativamente superiores às demais testemunhas (IRGA 417, BRS 7 “Taim” e BR IRGA 409). Dentre estes genótipos cabe destacar as cultivares lançadas recentemente pelo programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa, BRS Pampeira corroborando com o descrito por Magalhães Jr. (2017) classificando-a como moderada tolerância, além da BRS 358.

Juntamente com as três testemunhas, 23 linhagens foram classificadas no grupo “c” com médias superiores a 5,0, destacando-se como as de menor tolerância ao estresse por ferro. No entanto, apenas as linhagens AB13006, AB13720, AB12614, AB14764 e AB13001 foram caracterizadas como médio suscetível, variando suas médias entre 5,6 e 6,3.

O coeficiente de variância (CV) foi de 9,7 % demonstrando boa precisão experimental, além de aferir boa confiabilidade dos dados analisados, sendo considerado um resultado baixo para uma experimentação a campo.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste experimento indicam a ampla variabilidade genética entre os genótipos do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa avaliados para o referido caráter de toxicidade por ferro. As linhagens LTB14046 e LTB13015 apresentaram resultados satisfatórios, sendo superiores as demais, expressando boa tolerância ao excesso de ferro no solo, e podem contribuir significativamente no

desenvolvimento da cadeia produtiva do arroz irrigado, através do lançamento de novas cultivares ou sendo utilizadas como genitores juntamente com a BRS Querência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013

FREI, M. et al. Responses of rice to chronic and acute iron toxicity: genotypic differences and biofortification aspects. **Plant and Soil**, v. 408, n. 1, p.149-161, 2016.

KRÜGER, T. K. et al. Avaliação de genótipos de arroz irrigado da Embrapa quanto a toxidez de ferro, safra 2014/2015. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 9., 2015. Pelotas. **Anais...** Pelotas: 2015

MAGALHÃES JR, A. M. de. et al. Respostas de linhagens de arroz irrigado da Embrapa frente à toxidez causada por ferro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7.: 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SOSBAI, 2011. p.160-163.

MAGALHÃES Jr., A. M. de. et al. BRS Pampeira: new irrigated rice cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 78-83, 2017.

ONAGA, G. et al. Tolerance of rice germplasm to iron toxicity stress and the relationship between tolerance, Fe^{2+} , P and K content in the leaves and roots. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 59, n. 2, p. 213-229, 2013.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2016. 200p.

WHITE P.J.; BROADLEY, M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets-iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. **New Phytol**, v. 182, p. 49-84, 2009.