

AVALIAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA QUANTO A TOXIDIZ POR FERRO, SAFRA 2018/2019.

Michele Macedo Feijó¹; Paulo Henrique Karling Facchinello²; Roberto Ramos Pereira³; Ariano Martins de Magalhães Junior⁴

Palavras-chave: melhoramento genético, toxidez indireta, desordem nutricional

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes e produzidos do mundo, pois, é o principal componente da dieta básica da população. Para a atual safra brasileira 2018/2019 de arroz a produção média atingiu 10.595 mil toneladas. O Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 70% da produção nacional do cereal, alcançou a média de produtividade de 7.466 kg ha⁻¹ 4,9% menor do que a safra 2017/2018 (CONAB, 2019). No entanto, um dos fatores que podem prejudicar a produtividade da cultura do arroz irrigado é a toxidez por ferro. O alagamento do solo promove a solubilização de ferro, podendo o acúmulo de Fe²⁺ na solução do solo atingir níveis tóxicos ao arroz (SOSBAI, 2018). A absorção excessiva de ferro (Fe²⁺) 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.

Essa desordem nutricional pode ocorrer em plantas sensíveis ao ferro, por absorção excessiva do elemento pela planta, chamada de toxidez direta, causando um efeito de bronzeamento na planta ou pela conhecida toxidez indireta, que ocasiona o alaranjamento das folhas, bem como sua ocorrência pode gerar drásticas reduções na produtividade, pelo acúmulo de ferro nas raízes formando placas que impedem a absorção dos demais elementos provocando uma deficiência nutricional múltipla de diversos nutrientes. A toxidez indireta é a forma predominante nas condições brasileiras e é a mais importante (MAGALHÃES JR. et al., 2009).

A toxidez por ferro raramente era observada no Sul do Brasil até o final da década de 70, no entanto passou a se evidenciar com mais intensidade a partir da década de 80, onde, com a substituição das cultivares tradicionais pelas variedades modernas de porte baixo, permitiu que o potencial de produtividade do arroz duplicasse, com os lançamentos das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410. No entanto, este processo conjuntamente acarretou na limitação da base genética das cultivares, tornando-as mais vulneráveis tanto a estresses bióticos, quanto a estresses abióticos, como por exemplo, a toxidez por ferro. Uma alternativa eficiente para evitar os efeitos da toxicidade por ferro em lavouras de arroz irrigado é a utilização de cultivares tolerante (MAGALHÃES JR. et al, 2007).

Dessa maneira, a finalidade deste trabalho foi avaliar genótipos de arroz irrigado do programa de melhoramento da Embrapa, frente à desordem nutricional ocasionada pelo excesso de ferro no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A experimentação foi realizada a campo na estação experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão - RS, no ano agrícola de 2018/2019. O solo é

¹ Mestranda em Agronomia (Fitomelhoramento genético), FAEM – UFPEL/Embrapa Clima Temperado, e-mail: michelemfeijo@gmail.com.

² Doutorando em Agronomia (Fitomelhoramento genético), FAEM-UFPEL/Embrapa Clima Temperado, e-mail: phfacchinello@gmail.com

³ Estudante de Agronomia, FAEM/UFPEL, e-mail: robertoramospereira@hotmail.com

⁴ Dr. Pesquisador Embrapa Clima Temperado

um Planossolo e o preparo da área foi realizado a partir da retirada do horizonte A e exposição do horizonte B.

Foram avaliadas 47 linhagens do programa de melhoramento genético da Embrapa, além de 2 cultivares utilizadas como testemunhas BRS Querência de ciclo precoce, considerada médio tolerante, e BR IRGA 409 de ciclo médio, considerada suscetível. O delineamento experimental utilizado foi de Látice 7x7, 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 para a discriminação entre genótipos utilizou-se o teste de Tukey 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. O coeficiente de variância (CV) foi de 17,36 % demonstrando boa precisão experimental, além de aferir boa confiabilidade dos dados analisados, sendo considerado um resultado baixo para uma experimentação a campo. Observando-se à média ponderada, referente aos níveis de toxicidade por ferro, os genótipos foram classificados em três categorias segundo os critérios pré-estabelecidos (tolerante, médio tolerante, médio suscetível), conforme Tabela 1. Através do teste de Tukey pode-se observar que a cultivar BRS Querência apresenta diferença estatisticamente significativa em nível de 5% com os genótipos AB17635, BR IRGA 409 e AB17620. Assim, as cultivares testemunhas BRS Querência e BR IRGA 409 demonstraram ser eficientes como parâmetro comparativo de controle ambiental, sendo classificadas como tolerante e médio suscetível, respectivamente.

Tabela 1. Resposta dos 49 genótipos de arroz irrigado frente à toxidez por ferro - Safra 2018/2019, Embrapa Clima Temperado, 2019.

GENÓTIPO	40 DAE	70 DAE	100 DAE	MÉDIA PONDERADA	REAÇÃO
BRS QUERÊNCIA	3,8	2,9	4,4	2,8 a	Tolerante
AB14738	3,3	3,4	3,3	3,0 ab	Tolerante
AB17631	4,7	4,1	4,2	3,7 abc	Médio Tolerante
LTB1637	4,1	4,4	4,1	3,7 abc	Médio Tolerante
LTB15025	4,3	4,4	3,8	3,8 abc	Médio Tolerante
AB15879	4,6	4,4	4,1	3,8 abc	Médio Tolerante
AB17633	4,6	4,4	4,3	3,8 abc	Médio Tolerante
AB16566	4,7	4,4	4,3	3,9 abc	Médio Tolerante
AB16559	4,2	4,7	4,2	3,9 abc	Médio Tolerante
AB17621	4,4	4,6	4,7	3,9 abc	Médio Tolerante
AB15878	4,6	4,7	4,2	4,0 abc	Médio Tolerante
AB16562	4,7	4,7	4,7	4,0 abc	Médio Tolerante

BRS PAMPA	4,8	4,7	4,7	4,1 abc	Médio Tolerante
AB17580	4,7	4,7	4,9	4,1 abc	Médio Tolerante
AB16560	4,7	4,8	4,7	4,1 abc	Médio Tolerante
BRS PAMPEIRA	5,4	4,6	5,0	4,1 abc	Médio Tolerante
AB16564	4,8	5,0	4,2	4,2 abc	Médio Tolerante
LTB1621	5,0	4,9	4,8	4,2 abc	Médio Tolerante
SCS 122	4,7	5,1	4,6	4,3 abc	Médio Tolerante
AB15877	5,1	5,0	4,7	4,3 abc	Médio Tolerante
AB17636	4,8	5,1	5,3	4,4 abc	Médio Tolerante
AB17616	5,1	5,0	5,4	4,4 abc	Médio Tolerante
BRS A701CL	4,9	5,1	4,8	4,4 abc	Médio Tolerante
AB14803	5,1	5,1	4,9	4,4 abc	Médio Tolerante
AB15865	5,1	5,1	4,8	4,4 abc	Médio Tolerante
AB15881	5,1	5,0	5,1	4,4 abc	Médio Tolerante
AB17600	5,2	5,1	4,6	4,4 abc	Médio Tolerante
AB15887	5,3	5,1	4,8	4,4 abc	Médio Tolerante
AB15867	5,1	5,2	4,3	4,4 abc	Médio Tolerante
AB15913	5,1	5,2	4,0	4,4 abc	Médio Tolerante
AB17607	4,9	5,2	4,8	4,4 abc	Médio Tolerante
LTB 1619	5,3	5,1	4,8	4,5 abc	Médio Tolerante
AB16541	5,2	5,1	5,1	4,5 abc	Médio Tolerante
AB17627	5,2	5,1	4,9	4,5 abc	Médio Tolerante
AB16563	5,2	5,2	5,0	4,5 abc	Médio Tolerante
AB17634	5,4	5,1	5,3	4,5 abc	Médio Tolerante
AB15905	5,3	5,2	5,2	4,5 abc	Médio Tolerante
AB16545	5,3	5,4	4,9	4,6 abc	Médio Tolerante
AB17611	5,4	5,3	5,6	4,6 abc	Médio Tolerante
AB17643	5,4	5,3	5,1	4,6 abc	Médio Tolerante
AB14741	5,6	5,6	5,7	4,8 abc	Médio Tolerante
AB17581	5,6	5,8	5,4	4,9 abc	Médio Tolerante
AB16565	5,9	5,7	6,0	5,0 abc	Médio Tolerante
AB16555	5,6	6,0	5,1	5,1 abc	Médio Tolerante
AB16533	5,8	6,0	5,7	5,1 abc	Médio Tolerante
AB17628	6,3	5,9	5,3	5,2 abc	Médio Tolerante
AB17635	6,3	6,4	5,4	5,5 bc	Médio Tolerante
BR IRGA 409	6,0	7,1	6,1	5,9 c	Médio Suscetível
AB17620	7,2	7,1	6,7	6,2 c	Médio Suscetível
MÉDIA	5,1	5,1	4,9	4,4	
CV(%)					17,36

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey 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 AB14738 foi classificada como tolerante, apresentando o menor nível de toxicidade com média de 3,0, ou seja, caracteriza-se como o genótipo de melhor reação ao estresse por ferro. Contudo, pela análise estatística de Tukey não diferiu significativamente da testemunha BRS Querência, também classificada como tolerante. Além deste, outros 45 genótipos foram caracterizados como médio tolerante, sendo classificados no grupo “abc”, significativamente superiores às demais testemunha (BR IRGA 409). Dentre estes genótipos cabe destacar as

cultivares lançadas recentemente pelo programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa, BRS Pampeira e BRS Pampa corroborando com o descrito por Magalhães Jr. (2017) classificando-as como média tolerância.

A testemunha BR IRGA 409 foi a de menor tolerância ao estresse por ferro, assim como a linhagem AB17620 que se caracterizou como médio suscetível, com uma média de 6,2.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste experimento indicam que existe variabilidade genética entre os genótipos do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa avaliados para o referido caráter de toxicidade por ferro. A linhagem AB14738 apresentou resultado satisfatório, sendo superior as demais, expressando boa tolerância ao excesso de ferro no solo, e pode tornar-se uma nova cultivar ou ser utilizada como fonte de tolerância juntamente com a BRS Querência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. V.2 safra 2014/15, n. 9 – nono levantamento, Brasília, maio/2019. Disponível em: http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2019.pdf. Acesso em 25 maio. 2019.
- 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.
- MAGALHÃES JR., A. M. de; FAGUNDES, P. R. R.; GOMES, A. S.; FRANCO, D. F.; SEVERO, A. Avaliação de linhagens de arroz irrigado à toxicidade por ferro do programa de melhoramento da Embrapa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 108-111.
- MAGALHÃES JR, A. M. de FAGUNDES, P. R. R.; FRANCO, D. F.; SEVERO, A., FONSECA, G. DE M. DA. Comportamento de linhagens de arroz irrigado da Embrapa à toxidez por ferro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. P.56-59.
- 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.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2018. 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.