

11. COMPORTAMENTO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA À TOXIDEZ DE FERRO – SAFRA 2008/09

Ariano M. de Magalhães Jr.¹³, Paulo R. R. Fagundes¹, Daniel F. Franco¹, Alcides Severo¹, Gabriela de Magalhães da Fonseca¹⁴, Leandro José de Oliveira von Hausen², Maurício Turati²

Palavras-chave: melhoramento genético, seleção, tolerância

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, até o final da década de setenta, raramente foi observado problemas com toxidez por ferro, quando as cultivares do tipo intermediário e tradicional predominavam na orizicultura do sul do Brasil. Com o advento das cultivares modernas, de porte baixo, com alto potencial produtivo, porém mais suscetíveis ao problema que as anteriores, aumentou a frequência e a intensidade dos relatos de ocorrência desta injúria no estado (Gomes et al., 1990).

A toxidez por ferro pode ser direta ou indireta. A toxidez direta está relacionada com a absorção excessiva do elemento pela planta, o que lhe danifica as células (Vahl, 1991). Um sintoma característico aparece inicialmente nas folhas mais jovens, onde o elemento se concentra em pequenas manchas de cor castanha (Bienfait, 1985). Em estágios mais avançados de toxidez, ocorrem necrose e morte das folhas. As folhas tornam-se cloróticas porque o ferro é necessário para a síntese de alguns dos complexos clorofila-proteína no cloroplasto. A baixa mobilidade do ferro deve-se, provavelmente, a sua precipitação nas folhas mais velhas na forma de óxidos ou fosfatos insolúveis ou à formação de complexos com a fitoferritina, uma proteína de ligação de ferro encontrada na folha e em outras partes da planta (Oh *et al.*, 1996). A toxidez indireta resulta da limitação à absorção pelas plantas de diversos nutrientes, como cálcio, magnésio, potássio, fósforo e do próprio ferro, devido à precipitação do ferro sobre a epiderme das raízes do arroz. A formação de uma camada de óxido férrico bloqueia os sítios de absorção de nutrientes nas raízes, resultando em deficiências nutricionais múltiplas. Os sintomas desse tipo de deficiência consistem em atrofia das plantas, redução do afilhamento, alaranjamento das folhas e recobrimento das raízes por camadas avermelhadas de óxidos de ferro. Devido à deposição de ferro nas raízes, estas apresentam elevadíssimos teores do elemento e, aparentemente, os sintomas de toxidez mantêm relação bastante estreita com esses teores (Vahl, 1991; Barbosa Filho *et al.*, 1994). A toxidez indireta é a forma predominante nas condições brasileiras e a mais importante. Sua ocorrência em lavouras de arroz pode causar reduções de 10 a 80% na produtividade (Bacha, 1991).

Visando evitar os efeitos da toxicidade por ferro em lavouras de arroz irrigado tem-se selecionado genótipos que apresentam variabilidade para o caráter (Magalhães Jr. *et al.*, 2007). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de linhagens elite do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa, frente ao estresse provocado pelo excesso de ferro, na safra 2008/09.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Estação de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo utilizado foi caracterizado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico. A área do experimento foi previamente sistematizada e sofreu a decapitação da camada correspondente ao horizonte A, acentuando as condições que propiciam a ocorrência do distúrbio.

O experimento foi composto por 45 linhagens “elite”, oriundas do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa, e quatro cultivares comerciais de arroz (testemunhas), distribuídas no delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, sendo as parcelas

¹³ Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, C.P. 403, Pelotas, RS.; e-mail: ariano@cpact.embrapa.br

¹⁴ Estagiário Embrapa Clima Temperado/estudante UFPel-FAEM.

compostas por 4 linhas de três metros de comprimento, espaçadas 17,5 cm entre si. Como testemunhas foram utilizadas as cultivares BRS 6 “Chuí” e IRGA 417 (precoce) e BR IRGA 409 e BRS 7 “Taim” (ciclo médio). A densidade de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹. A irrigação foi mantida permanentemente após a emergência das plântulas a fim de manter as condições de redução do solo.

A avaliação dos sintomas da toxicidade indireta foi realizada em três épocas, aos 40, 70 e 100 dias após a emergência das plantas (DAE), que corresponde à 30, 60 e 90 dias após a entrada da água, respectivamente. A escala de avaliação foi baseada nos sintomas de descoloração (amarelecimento ou alaranjamento das folhas) e variou de 0 a 9, sendo de 0 a 3, tolerante; 4 e 5, médio tolerante; 6 e 7, médio suscetível e 8 e 9, suscetível. Para discriminar os tratamentos e as épocas de avaliação quanto à escala das notas foi realizada análise de variância e aplicação do Teste de Tukey (P < 0,05), utilizando o programa SAS (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da primeira avaliação (40 DAE), as linhagens e as testemunhas médio suscetível e suscetível começaram a apresentar sintomas de toxidez por ferro mais evidentes, os quais progrediram e confirmaram a reação na avaliação aos 70 DAE e aos 100 DAE, sendo a média final apresentada na Tabela 1, para os dados da safra 2008/09. A maior sensibilidade a toxidez por ferro foi demonstrada pela linhagem CNAi 10757, cuja nota média atribuída foi 8,2 considerando as três avaliações, sendo superior ao apresentado pelas cultivares testemunhas IRGA 417 (suscetível) e BR IRGA 409, reconhecidamente, entre as cultivares indicadas para o cultivo no RS, as que apresentam maior suscetibilidade à níveis elevados de ferro no solo. Por outro lado, a linhagem BRA050106 apresentou a melhor reação ao estresse, indicando ser possuidora de alelos que lhe conferem elevado nível de tolerância. Esta não diferiu significativamente da cultivar BRS Querência, que também se mostrou tolerante ao excesso de Ferro no solo (Tabela 1). O teste de Tukey (P < 0,05) revelou diferenças significativas entre as épocas de avaliação, onde 100 DAE apresentou os maiores sintomas de toxidez e diferiu das demais épocas.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste experimento indicam existir variabilidade genética para o caráter tolerância à toxicidade por ferro dentro do programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa a qual pode ser explorada visando contribuir para a mitigação dos efeitos deste distúrbio sobre a atividade orizícola em áreas passíveis de ocorrência do problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHA, Ricardo. Avaliação de linhagens e cultivares de arroz irrigado para condições adversas de solo: toxidez por ferro. 19, 1991. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Balneário Camburiú. **Anais**. Florianópolis: EMPASC, 1991.p.156-159.

BARBOSA FILHO, M.P.; DYNIA, J.F.; FAGERIA, N.K. **Zinco e ferro na cultura do arroz**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.71, 1994.

BIENFAIT, H.F. Regulated redox process at the plasmalemma of plant root cells and their function on iron uptake. **Journal Bioenerg Biomember**, n.17, p.73-83, 1985.

GOMES, A. da S.; SOUSA, R. O.; DIAS, A. D.; MACHADO, M. O.; PAULETTO, E. A. A problemática da toxicidade do Fe em arroz irrigado no RS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4., **Anais**. Goiânia, CNPAF/EMBRAPA, 1990. p.116

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.

OH, S-H.; CHO, S-W.; KWON, T-H.; YANG, M-S. Purification and characterization of phytoferritin. **Journal. Biochemistry Molecular Biology** n.29, p.540-544. 1996.

SAS -**User's Guide: Statistics**, Version 5 Edition Cary, NC SAS Institute Inc., 1985. 965 pp.

VAHL, L.C. **Toxidez de Ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento**. 1991. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade Federal de Pelotas.

Tabela 1. Reação de genótipos de arroz irrigado à toxicidade por ferro (0 a 9). Embrapa Clima Temperado. Safra 2008/09.

Genótipos	Floração 50% (dias)	40 DAE**	70 DAE**	100 DAE**	Nota Média*	I.REAÇÃO
BRA050106	76	2,7	2,3	3,0	2,6 a	Tolerante
BRS Querência	76	2,3	2,3	3,7	2,7 a-b	Tolerante
BRA050099	87	3,0	3,3	3,0	3,1 a-c	Tolerante
AB08004	71	3,7	3,7	4,0	3,7 a-d	MédioTolerante
BRA050101	80	3,3	4,3	4,0	3,8 a-e	MédioTolerante
AB08001	72	4,0	4,0	3,7	3,8 a-e	MédioTolerante
AB07181	76	3,7	4,3	3,7	3,8 a-e	MédioTolerante
AB08003	71	4,0	4,3	4,5	4,2 a-f	MédioTolerante
BRA050054	76	4,3	4,7	4,7	4,5 a-g	MédioTolerante
AB08002	71	3,7	5,3	5,5	4,7 a-h	MédioTolerante
AB08024	79	4,3	5,0	5,3	4,8 a-i	MédioTolerante
BRA050145	86	4,3	4,7	6,0	5,0 a-j	MédioTolerante
BRS 7 Taim	90	4,7	4,7	6,0	5,1 a-j	MédioTolerante
BRA040081	86	5,3	5,3	5,3	5,3 a-k	MédioTolerante
LTB07002	87	4,7	5,3	6,3	5,4 b-l	MédioTolerante
BRA040082	86	5,3	5,7	6,0	5,6 c-m	Médio Suscetível
AB06046	86	5,0	6,3	6,0	5,7 c-m	Médio Suscetível
BRA050002	89	5,3	6,0	6,0	5,7 c-m	Médio Suscetível
LTB07008	84	5,3	5,3	7,0	5,8 d-m	Médio Suscetível
BRA02665	83	5,7	5,7	6,3	5,8 d-m	Médio Suscetível
BRA040079	87	5,0	6,0	6,7	5,8 d-m	Médio Suscetível
Tiba	87	5,7	6,7	5,7	6,0 d-m	Médio Suscetível
AB061137	90	5,0	6,7	6,7	6,1 d-m	Médio Suscetível
AB06078	91	6,3	5,3	7,0	6,2 d-m	Médio Suscetível
LTB07007	81	5,3	6,3	7,0	6,2 d-m	Médio Suscetível
CNAi 10756	79	6,0	5,3	7,3	6,2 d-m	Médio Suscetível
LTB07006	83	6,0	6,3	6,7	6,3 d-m	Médio Suscetível
LTB07013	79	5,7	6,7	7,0	6,4 e-m	Médio Suscetível
BRA040291	92	5,3	6,0	8,3	6,5 e-m	Médio Suscetível
BRA040286	83	5,7	6,7	7,3	6,5 e-m	Médio Suscetível
AB06081	88	7,0	6,0	6,7	6,5 e-m	Médio Suscetível
LTB07011	83	6,0	5,7	8,0	6,5 e-m	Médio Suscetível
AB06077	94	6,7	7,0	6,3	6,6 f-m	Médio Suscetível
LTB07015	81	7,0	5,7	7,3	6,6 f-m	Médio Suscetível
LTB07014	89	6,7	6,3	7,3	6,7 f-m	Médio Suscetível
AB07182	83	7,0	7,0	6,7	6,8 f-m	Médio Suscetível
LTB07010	86	6,3	7,3	7,3	7,0 g-m	Médio Suscetível
LTB07001	80	7,0	7,3	7,7	7,3 h-m	Médio Suscetível
LTB07009	85	6,0	7,7	8,3	7,3 h-m	Médio Suscetível
LTB07017	86	8,0	7,3	7,3	7,5 i-m	Suscetível
LTB07004	84	7,7	7,7	7,3	7,5 i-m	Suscetível
AB06087	94	8,3	7,7	7,0	7,6 j-m	Suscetível
LTB07003	85	7,7	7,3	8,0	7,6 j-m	Suscetível
LTB07012	85	8,0	7,3	7,7	7,6 j-m	Suscetível
IRGA 417	84	8,0	8,3	7,3	7,8 k-m	Suscetível
BR IRGA 409	95	7,3	8,3	8,3	8,0 k-m	Suscetível
LTB07005	86	8,3	8,0	8,0	8,1 l-m	Suscetível
LTB07016	87	7,3	8,7	8,3	8,1 l-m	Suscetível
CNAi 10757	81	8,0	8,3	8,3	8,2 m	Suscetível
CV%	23,25					
Médias		5,6 B	5,9 B	6,4 A	6,0	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** 0 a 3, tolerante; 4 e 5, médio tolerante; 6 e 7, médio suscetível e 8 e 9, suscetível

12. EFEITO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE O ARROZ DOS GRUPOS *JAPONICA* E *INDICA*

Cleber M. Guimarães¹⁵, Jaíson Pereira de Oliveira¹, Flávio Breseghello¹, Sheila Izabel da Silva¹⁶, João Leandro de Oliveira¹⁷, João Paulo Nuno de Sousa³, Fernanda Nunes Ibrahim¹⁸

Palavras-chave: características fenotípicas, genótipos

INTRODUÇÃO

As plantas desenvolvem-se melhor em solos com baixa densidade, porém adequada o suficiente para oferecer bom contato raízes-partículas de solo (Stirzaker et al., 1996). Em solos muito compactados, pode ocorrer rapidamente a depleção de água e de nutrientes disponíveis ao sistema radicular, por ele explorar um pequeno volume de solo. Por outro lado, em solos com baixos valores de densidade, o crescimento deficiente de plantas pode ser devido à menor absorção de nutrientes em consequência do baixo contato solo-raízes (Stirzaker et al., 1996). Conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes será tanto maior quanto maior for a quantidade de raízes presentes em ambientes com maior disponibilidade de nutrientes e quanto melhor for o contato raízes-partículas do solo. Guimarães & Moreira (2001) e Medeiros et al. (2005) acrescentaram que a compactação do solo que limitar a taxa de alongamento radicular e o desenvolvimento das plantas pode também reduzir a produtividade. A movimentação de máquinas agrícolas pode ocasionar compactação superficial dos solos, que, ao limitar o desenvolvimento radicular, compromete o crescimento e a produtividade das plantas quando essas dependem somente da chuva para suprir suas necessidades, principalmente quando ocorre precipitação pluvial irregular. Em tais condições, as plantas esgotam rapidamente as reservas hídricas disponíveis no solo, podendo ocorrer severa deficiência hídrica na planta. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da compactação do solo sobre características fenotípicas de genótipos de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) pertencentes aos grupos *japonica* e *indica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em casa-de-vegetação na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. O primeiro recebeu compactação de 1,4 Mg m⁻³ na camada superficial do solo, de 0-20 cm de profundidade, enquanto o outro foi conduzido sob condições normais de compactação, 1,2 Mg m⁻³. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho argiloso.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso e três repetições. As unidades experimentais foram colunas de solo, acondicionadas em tubos de PVC de 24,4 cm de diâmetro e 100 cm de altura, onde foram semeadas dez sementes. Foram testados 66 genótipos de arroz de terras altas, sendo 22 pertencentes ao grupo *indica* e 44 ao grupo *japonica*, com ampla variabilidade fenotípica. Sete dias após a emergência, fez-se o desbaste, deixando-se uma plântula por coluna de solo. A demanda das plantas por nitrogênio, fósforo e potássio foi suprida com a aplicação de 5 g coluna⁻¹ do formulado 5-30-15 na época da semeadura e 2 g coluna⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura. A densidade de solo, 1,4 Mg m⁻³, foi produzida artificialmente com o auxílio de uma prensa hidráulica. O solo usado foi secado ao ar e passado em peneiras. O experimento sob condições normais de compactação do solo foi irrigado adequadamente, mantendo-se o seu potencial de água, na camada superficial, acima de - 0,025 MPa (Stone et al., 1986). O experimento com solo adensado recebeu a mesma lâmina de irrigação aplicada no experimento sem compactação, que foi monitorada diariamente com balança, porém foi fracionada entre a superfície e a base das colunas. Avaliou-se a resposta das plantas à compactação quanto ao perfilhamento, número de folhas maduras, altura e o diâmetro do colmo principal aos 11, 18, 25, 32, 39, 46 e 53 dias após a emergência (DAE). As análises foram feitas com o auxílio de programa

¹⁵Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km12, Caixa Postal 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás-GO, E-mail: cleber@cnpaf.embrapa.br.

¹⁶ Uni-Anhanguera - Goiânia - GO,

¹⁷ Universidade Estadual de Goiás - Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás-GO

¹⁸ UNESP, Campus Experimental de Registro-SP