

CARACTERES MORFOLÓGICOS EM FASE DE PLÂNTULA COMO FERRAMENTA PARA DIFERENCIAÇÃO ENTRE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM RESPOSTA AO ESTRESSE POR FERRO

Danyela C. S. Oliveira¹; Solange F. da S. Silveira¹; Daiana D Wolter²; Rafael V. Fagundes³; Mariana M. Kruger¹; Viviane Kopp da Luz⁴; Rogério Oliveira de Sousa⁵; Ariano M. Magalhães Jr⁶; Luciano C. Maia⁷; Antônio Costa de Oliveira⁷

Palavras-Chave: *Oryza sativa*, toxidez, cultivo hidropônico

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal de grande importância, devido o seu amplo cultivo pelo mundo, sendo uma das principais fontes de carboidratos de diversos países, contribuindo com 23% das calorias consumidas em todo o mundo (ABADIE et al., 2005; KHUSH, 2001).

O Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz de sistema irrigado, sendo que uma das principais características deste cultivo é a manutenção de uma lâmina de água sobre o solo durante a maior parte do seu desenvolvimento.

Nos solos inundados, como no cultivo de arroz, a presença de óxidos de ferro amorfos e o baixo potencial redox do meio aumenta as quantidades de ferro na solução disponível para as plantas. Nestas condições, as pequenas quantidades de Fe^{3+} presentes na solução do solo são reduzidas a Fe^{2+} . Como os compostos de ferro ferroso são muito mais solúveis que os compostos férricos, o resultado é um aumento na solubilidade total do ferro. À medida que o potencial redox diminui, a solubilidade do ferro tende a aumentar exponencialmente de modo que praticamente todo o ferro detectável na solução do solo encontra-se na forma reduzida de Fe^{2+} (LINDSAY, 1979), reduzindo a produtividade.

Métodos capazes de diferenciar genótipos de arroz quanto a sua sensibilidade ou tolerância ao estresse por ferro, em fases iniciais do desenvolvimento das plantas, são de grande interesse de programas de melhoramento. Neste sentido experimentos em cultivo hidropônico tem sido adotados, mas não são bem definidos quais os caracteres que melhor discriminam os genótipos. O comprimento de raiz (BRESOLIN, 2010), comprimento da parte aérea (CRESTANI, 2006), e número de raízes, (MARINI, 2012) foram sugeridos como possíveis caracteres associados à resposta de genótipos de arroz ao estresse por Fe.

Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar se os caracteres comprimento de raiz (CR), o comprimento da parte aérea (CPA), e ou o número de raízes (NR) de plântulas de arroz, são eficientes na diferenciação de genótipos já caracterizados quanto a toxidez por ferro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo Hidropônico e Duplo Haplóides do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, FAEM/UFPEL, em tanque de cultivo hidropônico. Foram avaliadas seis cultivares comerciais de arroz irrigado previamente caracterizadas quanto a toxidez por ferro em condições de campo, sendo

¹ Estudante de Pós-graduação em Agronomia – Fitomelhoramento – PPGA/FAEM/UFPEL-danyeladecassia@gmail.com

² Acadêmica do Curso de Agronomia, bolsista de Iniciação Científica, FAEM/UFPEL,

³ Graduando em Meteorologia – estagiário de Iniciação Científica, FAEM/UFPEL,

⁴ Pós doutoranda em Agronomia – Fitomelhoramento – PPGA/FAEM/UFPEL

⁵ Engº Agrônomo, professor dep. de Solos - FAEM - UFPEL,

⁶ Engº Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA,

⁷ Engº Agrônomo, Prof. do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, PPGA/FAEM/UFPEL.

sensíveis (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 417), medianamente sensível (BRS Atalanta) e tolerantes (EPAGRI 107, BRS Querência) (SOSBAI 2012).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições contendo cinco plântulas de cada cultivar por repetição.

Primeiramente, foi realizada a desinfestação das sementes com solução de hipoclorito de sódio à 10%, por um minuto. Após, as sementes foram colocadas em gerbox, sobre faixas de papel filtro umedecidos com água e levadas à BOD (câmara de germinação) com temperatura de 25°C e fotoperíodo indicado para a cultura. Posteriormente as plantas uniformes foram acondicionadas em isopor adaptado a tampa de um recipiente (5L) contendo solução nutritiva que teve a seguinte concentração: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 4732,30 μM ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1640 μM ; KNO_3 , 1050,70 μM ; $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, 168,65 μM ; KH_2PO_4 , 351,35 μM ; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 9 μM ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,15 μM ; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,15 μM ; NaCl , 15 μM ; $\text{Na}_2 \text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,077 μM ; H_3BO_3 , 18 μM . Esta solução é uma adaptação da utilizada por Ferreira et al. (1997) em estudos sobre a tolerância de Fe em arroz.

As plantas foram cultivadas em tanque hidropônico à temperatura de 25°C, iluminação artificial simulando o fotoperíodo de 12h. As cultivares permaneceram nesta condição por 14 dias, na solução nutritiva, sendo que a solução foi trocada a cada 7 dias e o pH foi ajustado e corrigido diariamente para $4 \pm 0,3$, com adição de HCl ou NaOH 0,5 M.

No décimo quinto dia as plantas foram submetidas aos tratamentos, sendo D0 (solução nutritiva), D1 (solução nutritiva + 400 mg L^{-1} $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), D2 (solução nutritiva + 800 mg L^{-1} $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), D3 (solução nutritiva + 1200 mg L^{-1} $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$). Os baldes permaneceram na condição de estresse por 7 dias.

Para avaliação dos caracteres comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e número de raízes (NR), foram medidas, aleatoriamente, cinco plântulas normais por balde. Foram utilizados os dados relativos para melhor visualizar o efeito das doses na diferenciação das cultivares. O cálculo foi obtido pela relação entre plantas estressadas por plantas sem estresse x 100. Os dados de desempenho relativo foram submetidos a análise de variância e ajuste de regressão polinomial, para melhor representar o comportamento individual de cada genótipo nas diferentes doses de ferro. O programa estatístico utilizado foi WinStat (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância (dados não apresentados), a interação entre os fatores cultivares e doses, foi significativa para todos os caracteres analisados, indicando que as cultivares estudadas apresentam diferenças comportamentais frente ao estresse proposto, justificando o desdobramento dos fatores por uma análise de regressão (Figura 1).

Para a variável CR, observou-se que apenas a cultivar BRS Querência, tida como tolerante a toxidez do metal em questão, não foi afetada pelas doses, mantendo o mesmo comportamento frente ao estresse. A cultivar EPAGRI 107, classificada da mesma forma, respondeu de maneira melhor ajustada por uma curva quadrática obtendo uma leve redução no desempenho de CR, na dose de 312,5 mg.L^{-1} de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, seguido de um acréscimo em seus valores, sendo que na máxima dose este genótipo apresentou 22% de incremento com relação a dose padrão. As cultivares BRS Atalanta, BR-IRGA 409, IRGA 417 e BR-IRGA 410 sofreram decréscimos lineares no CR, reduzindo esta variável em 37%, 49%, 48% e 37%, respectivamente, na dose de 1200 mg L^{-1} $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Estes comportamentos podem ser observados na figura 1A. Esta variável pode ser sugerida como uma importante característica morfológica utilizada na diferenciação de genótipos sensíveis e tolerantes na fase inicial e sob

cultivo hidropônico, pois nestas condições foi possível discriminar as cultivares tolerantes, as quais apresentaram o maior desempenho relativo, das demais. Não foi possível separar a cultivar classificada como medianamente sensível (BRS Atalanta), das demais cultivares consideradas sensíveis. Estes resultados coincidem com os encontrados por Bresolin (2010), que relata que dentre as variáveis estudadas a que é mais afetada é o comprimento de raiz.

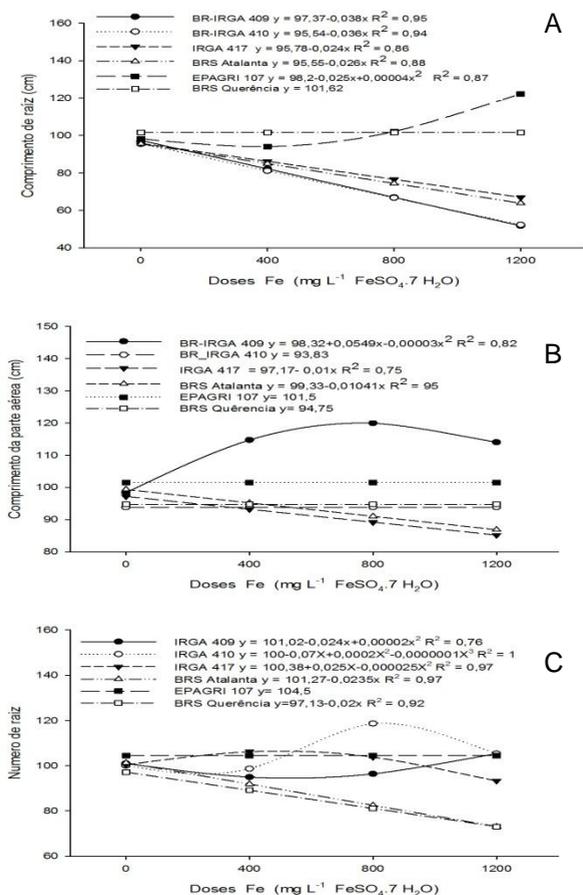


Figura 1 - Representação gráfica e equações de regressão ajustadas pelo comportamento das cultivares de arroz para os caracteres sendo: A) para comprimento de raiz, B) comprimento de parte aérea e C) número de raízes quando submetidos a estresse por diferentes doses de ferro. CGF-FAEM/UFPel, 2012.

Para a variável CPA, as cultivares BR-IRGA 410, EPAGRI 107 e BRS Querência não tiveram seu desempenho afetado pelas doses, mantendo o mesmo comportamento frente ao estresse. As cultivares IRGA 417 e BRS Atalanta sofreram decréscimos

lineares no desempenho CPA, reduzindo esta variável em 15% na cultivar IRGA 417 e 16% na cultivar BRS Atalanta na dose de $1200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. A cultivar BR-IRGA 409 ajustou-se com a um comportamento quadrático, contudo, na da última dose o caráter tendeu a decrescer (Figura 1B). Esta variável não foi eficiente na classificação de toxidez de ferro em fase vegetativa inicial em condição de cultivo hidropônico, pois a cultivar BR-IRGA 410, teve o comportamento semelhante às cultivares tolerantes. Estes resultados discordam dos encontrados por Crestani (2006) que sugere o CPA como um caráter eficiente na seleção de genótipos tolerantes ao ferro sob condição de cultivo em solução nutritiva.

Quando se observa a figura 1C, que representa a variável NR, nota-se que as cultivares BRS Atalanta e BRS Querência sofreram decréscimos lineares no NR, chegando apenas 73% do desempenho na dose de $1200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. A cultivar IRGA 417 também teve seu desempenho afetado e seu comportamento foi melhor representado por uma equação quadrática. Entretanto a partir da dose de $800 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, o caráter tendeu a decrescer chegando na última dose 15% inferior ao desempenho da dose padrão. A cultivar EPAGRI 107, não teve seu NR afetado pelas doses em estudo. Esta característica também não se demonstrou efetiva na diferenciação de genótipos sensíveis e tolerantes, pois as cultivares BRS Querência e BRS Atalanta tiveram o mesmo comportamento, contudo estas são classificadas como tolerante e moderadamente sensível, respectivamente. Estes resultados discordam dos encontrados por Marini (2012), que afirma que esta característica é eficiente para discriminar genótipos sensíveis e tolerantes frente ao estresse por ferro.

CONCLUSÃO

Comprimento de raízes é o caráter mais eficiente na discriminação de cultivares quanto a tolerância à toxidez por ferro na fase de plântulas, onde as tolerantes mantêm o maior desempenho do caráter.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIE, T.; CORDEIRO, C.M.T.; FONSECA, J.R.; ALVES, R.B.N.; BURLE, M.L.; RANGEL, P.H.N.; CASTRO, E.M.; SILVA, H.T.; FREIRE, M.S.; ZIMMERMANN, F.J.P.; MAGALHÃES, J.R. Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.129-136, 2005.
- BRESOLIN, A. P. S. **Caracterização morfológica e análise da expressão gênica em arroz (*Oryza sativa* L.) sob estresse por ferro**. 2010. 144 f. Tese (doutorado em fitomelhoramento)- Univesidade Federal de Pelotas, 2010.
- CRESTANI, M.; CARVALHO, F. I. F.; MAGALHÃES, A. M. J.; SILVA, J. A. G.; LUCHE, H. S.; FONSECA, D. A. R.; NORMBERG, R.; BISOGNIN, M.; TERRES, L. R.; LUZ, V. K. Avaliação de protocolo para determinação de tolerância ao ferro em arroz sob condições de hidroponia. In: XV Congresso de Iniciação e VIII Encontro de pos graduação, 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2006
- FERREIRA, R. F. CUZ, C. D. FAGERIA, N. K. Tolerância de genótipos de arroz ao ferro em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1997, v.32, n.10, 5 p.
- KHUSH, G.S. Green revolution: the way forward. *Nature Reviews: Genetics*, v.2, p. 815-822, 2001.
- MACHADO, A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Programa estatístico WinStat Sistema de Análise Estatístico para Windows**. Versão 2.0. Pelotas: UFPel, 2012.
- MARINI, N. **Qualidade de grãos, tolerância ao estresse por ferro e variabilidade genética em arroz**. 2012. 126 f. Tese (doutorado em fitomelhoramento)- Univesidade Federal de Pelotas, 2012.
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí: SOSBAI, 2012.