

## **AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE TOXIDEX POR FERRO EM ARROZ IRRIGADO A PARTIR DA ANÁLISE DE SOLO SECO PELO MÉTODO OXALATO DE AMÔNIO**

**CRISTIANO WEINERT<sup>1</sup>; ROBERTO DORING WOLTER<sup>2</sup>; LEDEMAR CARLOS VAHL<sup>3</sup>; MARCELO MACHADO SONCINI<sup>4</sup>; THAÍS ANTOLINI VEÇOZZI<sup>5</sup>; ROGÉRIO OLIVEIRA DE SOUSA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – cristianoweinert@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Rio Grandense do Arroz – robertowolter@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – ledovahl@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – mmsoncini@terra.com.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – thais\_antolini@hotmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – rosousa@ufpel.edu.br

### **1. INTRODUÇÃO**

A toxidez por ferro em arroz irrigado é um dos mais importantes estresses abióticos a limitar a produção do arroz a nível mundial. O prognóstico da ocorrência de toxidez por ferro em arroz irrigado evita quedas na produtividade provocadas por este distúrbio anteriormente a instalação da cultura na área. A forma mais eficiente e econômica de contornar o problema é o uso de cultivares tolerantes, mas algumas adequações no manejo também minimizam a toxidez, como calagem prévia do solo, adubação (nitrogenada e potássica), uso de irrigação intermitente (SOSBAI, 2012).

A proposta de SOSBAI (2012) para diagnóstico da ocorrência de toxidez por ferro para o arroz irrigado, baseada na porcentagem de saturação da CTC por  $\text{Fe}^{2+}$  ( $\text{PSFe}^{2+}$ ), inicialmente estima o teor de  $\text{Fe}^{2+}$  trocável acumulado após o alagamento, utilizando o teor de ferro extraído por oxalato de amônio a pH 6,0 ( $\text{FeO pH 6,0}$ ). Após é determinado a  $\text{PSFe}^{2+}$  pela razão entre o  $\text{Fe}^{2+}$  trocável e a CTC, e enfim classifica-se o solo em função da  $\text{PSFe}^{2+}$  em baixo, médio e alto risco de ocorrência de toxidez por ferro. Em seu trabalho WOLTER (2010) testou esse método e verificou que este foi eficiente para prognosticar a toxidez por ferro para o grupo de onze solos que foram avaliados. No entanto, nesse estudo a maioria dos solos usados foi da Zona Sul do Rio Grande do Sul, necessitando assim, verificar se o método é eficiente também para outros solos das diferentes regiões produtoras de arroz irrigado do Estado.

O objetivo do trabalho foi verificar se o critério de interpretação de Sosbai (2012) para prognóstico do risco de toxidez por ferro em arroz irrigado por alagamento a partir de variáveis determinadas de amostras de solos secos é valido para as principais classes de solos de várzea do Estado.

### **2. METODOLOGIA**

Foram conduzidos quatro experimentos em casa de vegetação do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Os tratamentos foram compostos por amostras de solos de várzea das principais regiões produtoras de arroz do Rio Grande do Sul, sendo estruturados num unifatorial e os vasos dispostos em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Assim foram utilizados no primeiro experimento nove solos da região da zona sul, no segundo experimento 10 solos da região da fronteira oeste, no terceiro 11 solos da região da campanha e no quarto experimento 13 solos das regiões da depressão central

e planície costeira, que somados atingiram 43 solos. As unidades experimentais foram compostas por amostras de 6 kg de solo seco e 4 plantas de arroz da cultivar BRS Pelota, acondicionadas em vasos plásticos. Foi utilizado essa cultivar, pois, além de apresentar um alto potencial produtivo ela é classificada como suscetível à toxidez por ferro (SOSBAI, 2012).

Uma sub-amostra de cada vaso foi coletada para as determinações de CTC potencial e outros atributos químicos. Ainda nas mesmas foram realizadas as extrações de Fe e Mn extraídos com oxalato de amônio 0,2M pH 6,0 na relação solo:extrator de 200 de amostras moídas em gral, segundo método clássico descrito por VAHL et al. (1999).

A adubação de base foi realizada com  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $64 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , fósforo e nitrogênio na forma de Di-amônio-fosfato (DAP), e potássio na forma de cloreto de potássio. Em seguida foi ajustada a umidade gravimétrica para 18% e os solos foram incubados por 7 dias. Após esse período foram transplantadas 12 sementes pré-germinadas de arroz da variedade BRS Pelota em cada vaso, deixando-se quatro plantas após sete dias. O solo foi mantido saturado por cinco dias, aplicando-se a seguir uma lâmina de água de 5 cm, mantida constante até o final do experimento através de irrigações com água destilada. Foram realizadas adubações de cobertura de nitrogênio e potássio na forma de ureia e cloreto de potássio.

O arroz foi cultivado por um período de 60 dias até o início do período reprodutivo, momento em que foi realizado o corte das plantas rente ao solo. O material foi seco a  $60^\circ\text{C}$  até peso constante, quando foi determinado o peso de matéria seca, após o material foi moído para as análises químicas.

Para realização do cálculo da  $\text{PSFe}^{2+}$  para estimação do ferro trocável foram estimados inicialmente os valores do  $\text{Fe}^{2+}$  trocável conforme descrito em SOSBAI (2012), usando os valores extraídos de FeO pH 6,0 para estimar as quantidades de ferro trocável durante o alagamento através da equação:  $\text{Fe}^{2+} (\text{cmolc dm}^{-3}) = 0,322 + 17,92 \text{ FeO (g } 100\text{cm}^{-3})$ . Posteriormente com os valores de  $\text{Fe}^{2+}$  trocável estimado e da CTC potencial do solo foi calculada a porcentagem de saturação da CTC por  $\text{Fe}^{2+}$ :  $\text{PSFe}^{2+} (\%) = 100 \times \text{Fe}^{2+} (\text{cmolc dm}^{-3}) / \text{CTC pH } 7,0$ , e finalmente cada solo foi classificado quanto ao risco de ocorrência de toxidez por ferro segundo a escala de interpretação proposto em SOSBAI (2012) do grau de  $\text{PSFe}^{2+}$ : baixo ( $\text{PSFe}^{2+} < 20$ ), médio ( $21 < \text{PSFe}^{2+} < 40$ ) e alto ( $\text{PSFe}^{2+} > 40$ ) para estimação do ferro trocável.

Os resultados de  $\text{PSFe}^{2+}$  foram submetidos a análise de variância pelo teste Fe comparados pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. Foram realizadas análises de correlação linear de Pearson ( $\alpha < 0,05$ ). Utilizou-se o programa estatístico Winstat.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do  $\text{Fe}^{2+}$  trocável (Tabela 1) estimado variaram de  $0,71 \text{ cmolc dm}^{-3}$  no solo 24 até  $8,23 \text{ cmolc dm}^{-3}$  no solo 39, sendo em média de  $2,44 \text{ cmolc dm}^{-3}$ . Os valores da  $\text{PSFe}^{2+}$  dos solos variaram de 2,2% no solo 14 a 99,9% no solo 39 apresentando 19 solos classificados como baixo, 16 solos como médio e oito solos como alto risco de ocorrência de toxidez por ferro.

A classificação dos solos quanto ao risco de ocorrência de toxidez por ferro foi coerente com a manifestação dos sintomas. Das 19 amostras classificadas como baixo risco não houve ocorrência de toxidez ou ela foi insignificante (inferior a 2%), com exceção da amostra 38 que apresentou 24,2% de folhas com sintomas. Nas 16 amostras classificadas com médio risco a ocorrência de

sintomas variaram de 13,3 a 33,3% de folhas atacadas, sendo que em 5 amostras (22, 23, 25, 26 e 30) não se teve presença de sintomas, enquanto que nas 8 amostras classificadas com alto risco de ocorrência de sintomas as plantas apresentaram de 10,9 a 31,4% das folhas com sintomas de toxidez por ferro.

Tabela 1: Solos analisados e suas respectivas classificações (EMBRAPA, 2006), quantidade de  $\text{Fe}^{2+}$  trocável ( $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ) estimado a partir de SOSBAI (2012),  $\text{PSFe}^{2+}(\%)$ , risco de ocorrência de toxidez por ferro e folhas com sintomas de toxidez (%) por ferro nas plantas de arroz.

Solos - Classificação (EMBRAPA, 2006)	$\text{Fe}^{2+}$ trocável	$\text{PSFe}^{2+}$	Riscotoxidez Fe	Sintomas
1- Planossolo Háplico (Rio Grande)	1,22B	13,7b	Baixo	0,3
2- Vertissolo Ebânico (Alegrete)	3,91B	12,0a	Baixo	1,8
3- Planossolo Háplico (Capão do Leão)	2,52B	27,7b	Médio	32,9
4- Planossolo Háplico (Capão do Leão)	3,36B	54,1b	Alto	20,1
5- Planossolo Háplico (Capão do Leão)	2,68B	39,7b	Médio	21,2
6- Planossolo Háplico (Capão do Leão)	2,55B	38,7b	Médio	19,7
7- Planossolo Háplico (Pelotas)	2,55B	38,3b	Médio	13,3
8- Chernossolo Argilúvico (Rio Grande)	3,44B	13,9b	Baixo	0,0
9- Planossolo Háplico (Camaquã)	2,23B	43,8b	Alto	10,9
10- Vertissolo Ebânico (Uruguaiiana)	1,65 <sup>a</sup>	7,9a	Baixo	0,0
11- Vertissolo Ebânico (Uruguaiiana)	1,47 <sup>a</sup>	6,5a	Baixo	0,0
12- Chernossolo Ebânico (Uruguaiiana)	1,26 <sup>a</sup>	5,6a	Baixo	0,0
13- Chernossolo Ebânico (Uruguaiiana)	0,94 <sup>a</sup>	5,1a	Baixo	0,0
14- Vertissolo Ebânico (Alegrete)	1,30 <sup>a</sup>	2,2a	Baixo	0,0
15- Chernossolo Ebânico (Alegrete)	1,94B	5,2a	Baixo	0,0
16- Luvissolo Háplico (Alegrete)	1,54 <sup>a</sup>	9,4a	Baixo	0,0
17- Plintossolo Argilúvico (Alegrete)	2,09 <sup>a</sup>	11,0a	Baixo	0,0
18- Plintossolo Argilúvico (Alegrete)	2,47 <sup>a</sup>	19,3a	Baixo	0,0
19- Neossolo Regolítico (Alegrete)	1,48B	5,0a	Baixo	0,0
20- Planossolo Háplico (Rosário do Sul)	2,24B	55,7b	Alto	19,4
21- Planossolo Háplico (Rosário do Sul)	1,09B	15,7b	Baixo	0,0
22- Planossolo Háplico (Rosário do Sul)	1,94B	25,1b	Médio	0,0
23- Planossolo Háplico (Rosário do Sul)	2,10B	33,7b	Médio	0,0
24- Planossolo Háplico (Dom Pedrito)	0,71B	7,8b	Baixo	0,0
25- Planossolo Háplico (Dom Pedrito)	1,33B	21,5b	Médio	0,0
26- Planossolo Háplico (Dom Pedrito)	2,95B	33,5b	Médio	0,0
27- Luvissolo Háplico (Dom Pedrito)	1,99B	17,7b	Baixo	0,0
28- Chernossolo Argilúvico (Dom Pedrito)	2,54B	15,5b	Baixo	0,0
29- Planossolo Háplico (Aceguá)	2,15B	16,2b	Baixo	0,0
30- Planossolo Háplico (Aceguá)	4,78B	31,1b	Médio	0,0
31- Planossolo Háplico (Arroio Grande)	1,72B	25,2b	Médio	29,3
32- Planossolo Háplico (Arroio Grande)	2,52B	39,2b	Médio	25,0
33- Planossolo Háplico (Faxinal do Soturno)	1,69B	32,1b	Médio	33,3
34- Planossolo Háplico (Faxinal do Soturno)	2,19B	28,3b	Médio	30,2
35- Planossolo Háplico (Restinga Seca)	2,89B	38,0b	Alto	22,8
36- Planossolo Háplico (Restinga Seca)	3,05B	48,2b	Alto	26,3
37- Planossolo Háplico (São Vicente do Sul)	3,85B	27,0b	Médio	22,4
38- Planossolo Háplico (Sta Vitória do Palmar)	1,51B	16,9b	Baixo	24,2
39- Planossolo Háplico (Manoel Viana)	8,23B	99,9b	Alto	31,4
40- Planossolo Háplico (Camaquã)	1,50B	23,4b	Médio	24,1
41- Planossolo Háplico (Camaquã)	2,58B	34,1b	Médio	21,9
42- Gleissolo Háplico (Viamão)	5,37B	54,3b	Alto	24,6
43- Gleissolo Háplico (Viamão)	3,56B	54,0b	Alto	30,0

\*Médias seguidas de letras maiúsculas distintas e letras minúsculas distintas nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Figura 1a são apresentados os gráficos de correlação da  $\text{PSFe}^{2+}$  com o peso de matéria seca das plantas de arroz aos 60 dias após o transplante. O peso de matéria seca das plantas de arroz correlacionou-se negativamente com a

$PSFe^{2+}$  ( $r=0,47$ ), ou seja, a medida que aumentou a  $PSFe^{2+}$  diminuiu o peso de matéria seca das plantas de arroz. Isto ocorreu provavelmente em função do aumento da toxidez por ferro com o aumento da  $PSFe^{2+}$  (WOLTER, 2010), pois quanto maior o valor de  $PSFe^{2+}$ , maior a possibilidade de ocorrência de toxidez por ferro. A redução da produção de matéria seca da parte aérea devido a ocorrência de sintomas de toxidez por ferro nas plantas de arroz já foi observado em diversos trabalhos (AUDEBERT & SAHRAWAT, 2000; WOLTER, 2010).

A  $PSFe^{2+}$  apresentou correlação positiva com a concentração do ferro no tecido das plantas de arroz ( $r=0,78$ ), ou seja a medida que a  $PSFe^{2+}$  do solo aumentou ocorreu aumento do teor de ferro absorvido pelas plantas.

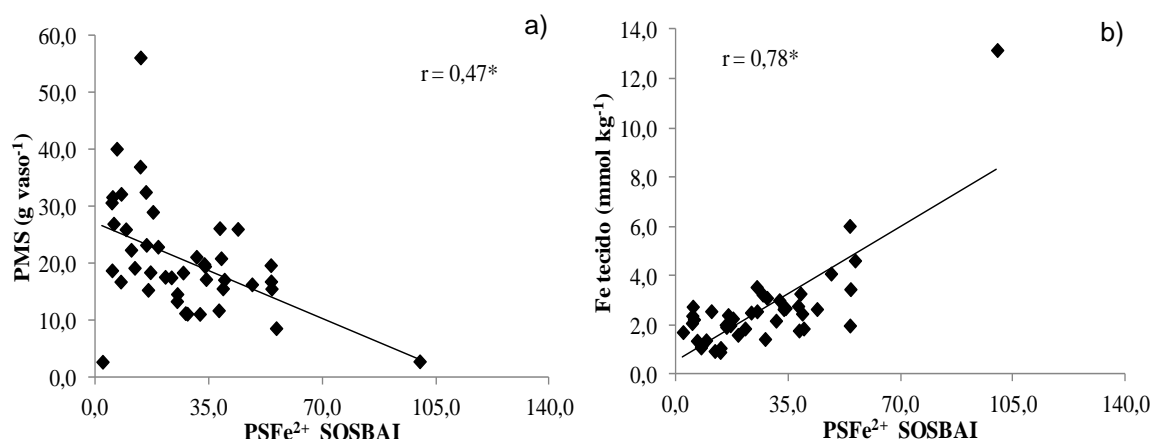


Figura 1: Correlação da  $PSFe^{2+}$  com a massa de matéria seca da parte aérea (a) e correlação da  $PSFe^{2+}$  com a concentração de ferro no tecido das plantas (b).

#### 4. CONCLUSÕES

A interpretação para prognóstico do risco de ocorrência da toxidez por ferro em arroz irrigado proposto por SOSBAI (2012) baseado na  $PSFe^{2+}$  é eficiente para a previsão da ocorrência do problema para o grupo de solos do estudo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUDEBERT, A.; SAHRAWAT, K.L. Mechanisms for iron toxicity tolerance in lowland rice. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.23, p.1877-1885, 2000.
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 29. Gravataí, SC. – Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179 p.
- VAHL, L.C.; GUIDOTTI, R.M.M.; FABRES, R.T. Análise química de solo para a estimativa da acumulação de  $Fe^{2+}$  e  $Mn^{2+}$  durante o alagamento. In: **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, 1ª e Reunião da cultura do Arroz Irrigado, 23. Pelotas. Anais... Pelotas, 1999. p. 369-371.
- WOLTER, R.C.D. **Prognóstico da toxidez de ferro em arroz irrigado por alagamento através da análise de solo pelo método oxalato de amônio**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.