

# TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO A DIFERENTES NÍVEIS DE MANGANÊS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA<sup>1</sup>

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO e ANTONIO WILSON PENTEADO FERREIRA<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foram estudadas vinte e seis cultivares de trigo em soluções nutritivas contendo quatro níveis de manganês (0,11; 300; 600 e 1.200 mg/litro), mantendo-se constante a temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e o pH das soluções igual a 4,8. A média do crescimento das raízes das cultivares durante doze dias, nas diferentes soluções de tratamento foi o parâmetro utilizado para a avaliação da tolerância. As cultivares IAC-24, OCEPAR-7, Alondra-S-46, IAC-161, IAC-162, Cotiporã e IAPAR-17 foram tão tolerantes ou mais que a Siete Cerros, empregada como controle, constituindo-se em fontes genéticas de valor para o programa de melhoramento. As cultivares IAC-18 e IAC-21 mostraram sensibilidade à toxicidade de manganês semelhante à da BH-1146, usada como controle. As cultivares IAC-29, CEP 7780, IAC-25, IAC-60, IAC-74, IAC-5, IAC-17, Anahuac, IAC-227, PAT 72247, IAC-18, Carazinho, OCEPAR-11, IAC-27 e IAC-72 exibiram moderada tolerância. As cultivares IAC-24 e Cotiporã, tolerantes à toxicidade de Mn e Al, constituem germoplasmas valiosos para cultivo em solos ácidos.

Termos para indexação: comprimento da raiz, toxicidade, seleção, tolerância ao manganês.

## TOLERANCE OF WHEAT CULTIVARS TO DIFFERENT LEVELS OF MANGANESE IN NUTRIENT SOLUTION

**ABSTRACT** - Twenty six wheat cultivars were studied for manganese tolerance in nutrient solution. The treatments consisted of four manganese levels 0.11, 300, 600 and 1,200 mg/l, under constant temperature,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , pH 4.8, and continuous aeration. Manganese tolerance was evaluated by considering the mean root length, for each cultivar, after a period of twelve days growing in nutrient solution with different manganese levels. The cultivars IAC-24, OCEPAR-7, Alondra-S-46, IAC-161, IAC-162, Cotiporã and IAPAR-17 were as tolerant or more tolerant than the cultivar Siete Cerros, used as a control and may be considered genetic sources of high value for breeding programs. The most sensitive cultivars were IAC-18 and IAC-21 considered as sensitive as the control (cultivar BH-1146). The cultivars IAC-29, CEP 7780, IAC-25, IAC-60, IAC-74, IAC-5, IAC-17, Anahuac, IAC-227, PAT-72247, IAC-18, Carazinho, OCEPAR-11, IAC-27 and IAC-72 exhibited moderate tolerance to manganese toxicity. The cultivars IAC-24 and Cotiporã, showing tolerance to manganese and aluminum toxicities, are adequate germplasms for cultivation in acid soils.

Index terms: root length, toxicity, selection, manganese tolerance.

## INTRODUÇÃO

Alguns solos não produzem efeitos tóxicos de Mn em plantas sensíveis, mesmo em pH 5,0 ou inferior, porque suas rochas-mães contêm baixo teor de Mn em suas constituições (Foy 1976). Grande parte da cultura do trigo no

estado de São Paulo está localizada em área de solos originários de basalto, rocha que contém elevados teores de Mn, sendo de grande interesse que as cultivares mostrem tolerância a esse elemento.

Camargo (1983 e 1988) e Camargo & Oliveira (1983) estudaram as gerações  $F_1$  e  $F_2$  de um cruzamento entre as cultivares Siete Cerros e BH-1146, tolerante e sensível, respectivamente, à toxicidade de Mn. As tolerâncias às toxicidades de Al e Mn foram opostas nessas duas cultivares. Informações semelhantes fo-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 5 de agosto de 1991.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13020 Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

ram obtidas com Atlas-66 (tolerante ao Al e sensível ao Mn) e Monon (sensível ao Al e tolerante ao Mn) em estudos feitos por Foy et al. (1973). Estes fatos demonstram que a tolerância a esses dois estresses observados em solos ácidos são geneticamente independentes e que a seleção num programa de melhoramento para um caráter não significa seleção simultânea para o outro. Camargo (1983) encontrou valores elevados para as herdabilidades em sentido amplo para as tolerâncias ao Al e Mn, e concluiu que a seleção para essas tolerâncias seria efetiva nas primeiras gerações após o cruzamento, visando aumentar as tolerâncias nesta espécie. Nenhum obstáculo genético foi encontrado na transferência das tolerâncias ao Al e Mn entre as duas cultivares de trigo estudadas (Camargo 1983).

Macfie et al. (1989) estudando trinta cultivares de trigo quanto à tolerância ao Mn concluíram, em função do crescimento relativo das raízes em soluções nutritivas que a cultivar de trigo Norquay apresentou o máximo crescimento radicular em soluções contendo 100  $\mu\text{M}$  de Mn enquanto a cultivar Columbus mostrou-se sensível nessa concentração. Este diferencial foi mantido mesmo em concentrações de 1000  $\mu\text{M}$  de Mn. Estes autores também concluíram em contraste com estudos anteriores que a tolerância ao Mn foi positivamente correlacionada com a tolerância ao Al nas cultivares testadas.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o comportamento de cultivares de trigo em solução nutritiva contendo diferentes concentrações de Mn, visando à detecção de fontes de tolerância para um futuro uso no programa de melhoramento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas com quatro repetições, nas parcelas foram estudadas quatro concentrações de Mn (0,11; 300; 600 e 1200 mg/litro) e nas subparcelas vinte e seis cultivares de trigo, a saber: BH-1146 (controle referente à susceptibilidade), Siete Cerros (controle para tolerância), IAC-29, IAPAR-17, IAC-18, IAC-161, CEP 7780,

Cotiporã, IAC-25, IAC-162, IAC-60, Alondra-S-46, IAC-74, IAC-5, OCEPAR-7, IAC-17, Anahuac, IAC-227, PAT-72247, IAC-21, IAC-28, Carazinho, OCEPAR-11, IAC-27 e IAC-72.

Em cada repetição foram escolhidas dez sementes uniformes e pré-germinadas de cada cultivar e colocadas na parte superior de quatro telas de náilon, que foram adaptadas sobre quatro vasilhas de plástico de 8,3 litros de capacidade contendo soluções nutritivas, de maneira que as sementes foram mantidas úmidas e as radículas emergentes tocavam nas soluções, e tinham, portanto, um pronto suprimento de nutrientes.

A composição da solução nutritiva utilizada foi a seguinte:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  2 mM;  $\text{MgSO}_4$  1 mM;  $\text{KNO}_3$  2 mM;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,218 mM;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,25 mM;  $\text{CuSO}_4$  0,3  $\mu\text{M}$ ;  $\text{NaCl}$  30  $\mu\text{M}$ ;  $\text{FeCl}_3$  10  $\mu\text{M}$ ;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  0,1  $\mu\text{M}$ ;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  10  $\mu\text{M}$  e  $\text{ZnSO}_4$  0,8  $\mu\text{M}$ . Em cada uma das quatro soluções foi adicionado  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , de modo que fossem obtidas soluções com 0,11; 300; 600 e 1200 mg/litro de  $\text{Mn}^{2+}$ . O pH das soluções foi previamente ajustado para 4,8 com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N, sendo mantido constante por ajustamentos diários durante todo o experimento. As soluções foram continuamente arejadas, e as vasilhas de plástico contendo as soluções foram colocadas em banho-maria com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  dentro do laboratório. O experimento foi mantido com luz artificial contínua em sua totalidade.

As plantas desenvolveram-se nessas condições por doze dias. Passado esse período foram retiradas das soluções, determinando-se o crescimento, em milímetro, da raiz primária central de cada plântula.

Resultados obtidos por Camargo (1983) indicaram que o crescimento da raiz foi um parâmetro adequado para a separação de cultivares de trigo tolerantes e sensíveis à toxicidade de Mn.

Os dados de crescimento das raízes foram analisados estatisticamente, considerando-se a média das dez plântulas de cada cultivar, em cada repetição, após a permanência durante doze dias nas diferentes soluções. A comparação entre as médias de crescimento da raiz das vinte e seis cultivares, dentro de uma mesma concentração de Mn, e a comparação entre as médias de crescimento da raiz de uma mesma cultivar, em diferentes concentrações de Mn, foram feitas pelo teste de Tukey (Pimentel-Gomes 1985).

Foram calculados os parâmetros das equações de regressão linear e os coeficientes de determinação para cada cultivar levando-se em consideração o comprimento médio das raízes em função das concentrações de Mn nas soluções nutritivas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para crescimento das raízes mostraram, pelo teste F, efeitos significativos, ao nível de 5%, de concentrações de Mn, repetições, cultivares e interação cultivares x concentrações de Mn, conforme Tabela 1.

Considerando as médias dos diferentes genótipos estudados em solução contendo 0,11 mg/litro de Mn, verifica-se que a cultivar IAC-227 mostrou as raízes mais compridas, diferindo pelo teste de Tukey ao nível de 5% das cultivares IAC-29, IAPAR-17, IAC-161, Cotiporã, IAC-24, IAC-162, IAC-60, Alondra-S-46, IAC-5, OCEPAR 7, Anahuac, IAC-21, Carazinho, IAC-72 e Siete Cerros (Tabela 2). Estes resultados mostraram que, em uma solução com níveis adequados de nutrientes onze cultivares apresentaram potencial genético no crescimento rápido das raízes, condição essa específica de cada genótipo (Camargo & Oliveira 1981, e Camargo et al. 1988).

Nas soluções contendo 300 mg/litro de Mn, as cultivares IAC-18, IAC-74, PAT 72247 e IAC-28 apresentaram intenso desenvolvimento de raízes porém somente diferindo da Cotiporã. Na solução com 600 mg/litro de Mn os ge-

nótipos em estudo não diferiram entre si quanto ao comprimento médio das raízes.

As cultivares Alondra-S-46 e IAC-74 mostraram maior desenvolvimento radicular na solução com 1200 mg/litro de Mn, porém somente diferindo dos genótipos IAC-29, IAC-18 e IAC-21.

Estudando o comportamento de cada cultivar nas diferentes concentrações de Mn, verifica-se que à medida que essas concentrações foram aumentadas, houve redução no crescimento das raízes de todas as cultivares. Quando se considerou a solução com 300 mg/litro de Mn, as cultivares CEP 7780, IAC-25, IAC-227 e BH-1146 apresentaram raízes mais curtas do que as estatisticamente encontradas na solução com 0,11 mg/litro de Mn: elas podem ser consideradas as mais sensíveis à toxicidade nesse nível de Mn. As cultivares IAC-18, IAC-74, IAC-17, Anahuac, PAT-72247, IAC-21, IAC-28 e OCEPAR-11, juntamente com CEP 7780, IAC-25, IAC-227 e BH-1146 foram as que exibiram raízes significativamente mais curtas em solução contendo 600 mg/litro de Mn em relação aos verificados na solução com 0,11 mg/litro. Considerando-se a solução contendo 1200 mg/litro de Mn todos os genótipos estudados apresentaram raízes com crescimento significativamente menor do que o encontrado na solução contendo 0,11 mg/litro de Mn.

Os resultados obtidos confirmaram ser a BH-1146 muito suscetível à toxicidade de Mn. No ensaio considerado, houve redução de 79% no crescimento das suas raízes à medida que se aumentaram as concentrações de Mn de 0,11 para 1.200 mg/litro. Também demonstraram alta sensibilidade as cultivares IAC-21 e IAC-18, que exibiram redução do sistema radicular, de 76 e 80%, respectivamente, à medida que se aumentou a concentração de Mn de 0,11 para 1.200 mg/litro. Por outro lado, as cultivares IAC-24, OCEPAR-7, Alondra-S-46, IAC-161, IAC-162, Cotiporã e IAPAR 17 apresentaram-se como mais tolerantes em relação a Siete Cerros utilizada como controle, com reduções de 32 a 50% no comprimento das raízes nas mesmas condições discu-

**TABELA 1.** Análise de variância para crescimento das raízes de 26 cultivares de trigo estudadas em soluções nutritivas contendo quatro concentrações de manganês.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
		mm
Repetições	3	79.666*
Concentrações de manganês	3	159.447*
Erro I	9	19.040
Cultivares	25	2.647*
Cultivares x concentrações de manganês	75	698*
Erro II	300	289
<b>Total</b>	<b>415</b>	

\* = Significativo ao nível de 5%.

**TABELA 2.** Comprimento médio das raízes das vinte e seis cultivares de trigo medido após doze dias de crescimento em soluções nutritivas arejadas contendo quatro concentrações de manganês, parâmetros das equações de regressão linear e coeficientes de determinação levando-se em consideração o comprimento médio das raízes de cada genótipo em função das concentrações de manganês.

Cultivares	Concentrações de manganês nas soluções nutritivas (mg/litro)								a (°)	b (°)	R <sup>2</sup> (°)
	0,11		300		600		1200				
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	----- n° -----		
Anahuac	156,2 A b-h	100	127,9 AB ab	82	107,7 BC a	69	69,9 C ab	45	152,44	-0,071	0,995*
Alondra-S-46	152,9 A b-h	100	123,9 AB ab	82	127,3 AB a	84	81,5 B a	54	150,46	-0,055	0,919*
BH-1146	178,6 A a-d	100	128,9 B ab	73	95,8 B a	54	37,4 C ab	21	170,41	-0,115	0,984*
Carazinho	130,3 A f-i	100	126,9 A ab	98	101,2 A a	78	42,2 B ab	33	140,75	-0,077	0,944*
CEP 7780	192,3 A ab	100	116,3 B ab	61	98,2 BC a	52	63,1 C ab	33	168,92	-0,098	0,847
Cotiporã	131,7 A e-i	100	94,6 AB b	72	90,2 AB a	69	66,2 B ab	51	121,66	-0,049	0,878
IAC-5	124,2 A ghi	100	125,2 A ab	101	89,5 A a	73	42,5 B ab	35	134,01	-0,074	0,938*
IAC-17	169,1 A a-f	100	127,8 AB ab	76	104,9 B a	63	58,0 C ab	35	161,97	-0,090	0,990*
IAC-18	183,2 A a-d	100	142,5 AB a	78	105,3 B a	58	35,8 C b	20	180,83	-0,122	0,999*
IAC-21	156,3 A b-h	100	129,1 AB ab	83	93,7 B a	60	36,3 C b	24	156,91	-0,101	0,998*
IAC-24	105,6 AB i	100	118,5 A ab	113	101,6 AB a	97	70,9 B ab	68	116,90	-0,034	0,738*
IAC-25	184,2 A a-d	100	135,3 B ab	74	124,5 B a	68	71,4 C ab	39	175,23	-0,088	0,957*
IAC-27	161,7 A a-h	100	134,7 A ab	84	117,8 A a	73	65,4 B ab	41	161,39	-0,079	0,995*
IAC-28	177,9 A a-d	100	141,6 AB a	80	115,6 BC a	65	70,3 C ab	40	172,45	-0,088	0,987*
IAC-29	117,8 A hi	100	108,7 A ab	93	95,2 A a	81	35,1 B b	30	126,19	-0,070	0,939*
IAC-60	153,3 A b-h	100	125,9 A ab	83	109,0 AB a	72	64,5 B ab	43	151,24	-0,073	0,995*
IAC-72	119,8 A ghi	100	105,4 A ab	88	90,9 AB a	76	46,3 B ab	39	122,96	-0,062	0,986*
IAC-74	192,0 A abc	100	147,8 AB a	77	128,0 B a	67	81,3 C a	43	183,66	-0,088	0,972*
IAC-161	148,4 A b-i	100	129,2 A ab	88	113,7 AB a	77	77,9 B ab	53	147,88	-0,058	0,999*
IAC-162	145,6 A d-i	100	120,9 AB ab	84	117,6 AB a	81	75,4 B ab	52	144,16	-0,056	0,962*
IAC-227	201,1 A a	100	138,5 B ab	69	125,3 B a	63	76,1 C ab	38	185,91	-0,096	0,923*
IAPAR-7	143,5 A d-i	100	116,6 A ab	82	104,2 AB a	73	70,4 B ab	50	139,50	-0,059	0,983*
OCEPAR-7	130,6 A f-i	100	119,0 A ab	92	111,6 AB a	86	72,5 B ab	56	133,78	-0,048	0,965*
OCEPAR-11	162,3 A a-g	100	137,2 AB ab	85	107,9 BC a	67	65,2 C ab	41	160,81	-0,081	0,995*
PAT 72247	175,0 A a-e	100	142,7 AB a	82	127,2 B a	73	68,8 C ab	40	173,77	-0,086	0,990*
Siete Cerros	148,0 A c-i	100	121,5 A ab	83	102,8 AB a	70	69,6 B ab	48	144,04	-0,064	0,988*
d.m.s. <sup>1</sup>	44,2										
d.m.s. <sup>2</sup>	45,6										

<sup>1</sup> Diferença mínima significativa ao nível de 5% para a comparação das médias das cultivares de trigo dentro de uma mesma concentração de manganês; <sup>2</sup> Diferença mínima significativa ao nível de 5% para a comparação de cada cultivar nas diferentes concentrações de manganês. Os comprimentos das raízes de uma mesma cultivar seguidas de uma letra maiúscula comum em diferentes concentrações de manganês não diferem entre si. Os comprimentos das raízes das cultivares seguidas de uma letra minúscula comum dentro de uma mesma concentração de manganês não diferem entre si. <sup>3</sup> a = ponto de interseção no eixo Y; <sup>4</sup> b = coeficiente de regressão; <sup>5</sup> R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; \* significativo ao nível de 5%.

tidas. Esses genótipos foram considerados fontes genéticas de alto valor para um programa de melhoramento onde a tolerância à toxicidade de Mn for desejada. As cultivares IAC-29, CEP 7780, IAC-25, IAC-60, IAC-74,

IAC-5, IAC-17, Anahuac, IAC-227, PAT-72247, IAC-28, Carazinho, OCEPAR-11, IAC-27 e IAC-72 exibiram moderada tolerância à toxicidade de Mn.

Os parâmetros das equações de regressão

linear e os coeficientes de determinação levando-se em consideração o comprimento médio das raízes de cada cultivar em função das quatro concentrações de  $Mn^{2+}$ , encontram-se na Tabela 2.

Verifica-se que os coeficientes de regressão (b) para a cultivar Siete Cerros (tolerante à toxicidade de  $Mn^{2+}$ ) foi de  $-0,064$ , e para a cultivar BH-1146 (sensível à toxicidade de  $Mn^{2+}$ ) foi de  $-0,115$ . As cultivares IAC-18 e IAC-21 apresentaram coeficientes de regressão de  $-0,122$  e  $-0,101$  confirmando o elevado grau de susceptibilidade exibido por esses genótipos. Por outro lado, as cultivares IAC-24, OCEPAR-7, Alondra-S-46, IAC-161, IAC-162, Cotiporã e IAPAR-17 apresentaram coeficientes de regressão variando de  $-0,034$  a  $-0,059$ , que, em comparação com o coeficiente exibido pelas cultivares BH-1146 ( $-0,115$ ) e Siete Cerros ( $-0,064$ ) evidencia o elevado grau de tolerância exibido por esses genótipos.

As equações de regressão linear das cultivares BH-1146 e Siete Cerros foram representadas graficamente na Fig. 1. Os resultados mostraram para a cultivar BH-1146 uma maior inclinação da linha em relação a Siete Cerros, confirmando sua maior susceptibilidade às concentrações de Mn.

Os coeficientes de determinação nas análises de correlação entre os comprimentos das raízes e as concentrações de Mn mostram um elevado grau de associação negativa entre essas variáveis (Tabela 2).

Considerando-se os dados obtidos neste experimento e os resultados de Camargo (1984) e Camargo et al. (1987), verifica-se que as cultivares IAC-24 e Cotiporã apresentaram, ao mesmo tempo, tolerância às toxicidades de Mn e de Al, quando se utilizaram soluções nutritivas.

## CONCLUSÕES

1. O aumento das concentrações de Mn nas soluções nutritivas dentro da faixa de 0,11 a 1.200 mg/litro, causou uma redução significativa no comprimento das raízes das cultivares de trigo em estudo.

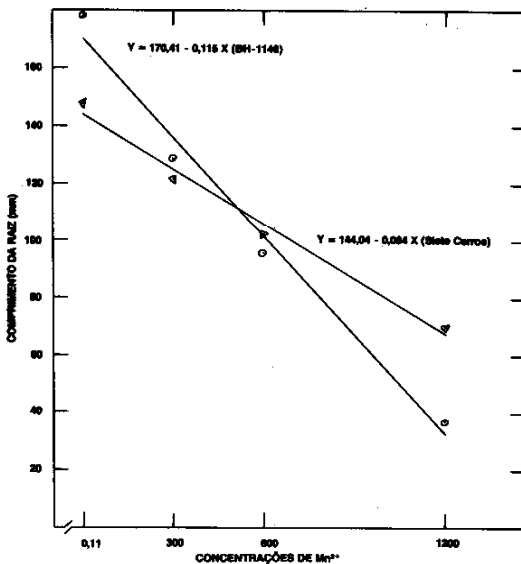


FIG. 1. Respostas lineares dos comprimentos das raízes das cultivares de trigo Siete Cerros e BH-1146 após doze dias de crescimento em soluções nutritivas contendo quatro concentrações de  $Mn^{2+}$ .

2. As cultivares de trigo IAC-24, OCEPAR-7, Alondra-S-46, IAC-161, IAC-162, Cotiporã e IAPAR-17 foram tão tolerantes ou mais que o controle Siete Cerros, constituindo fontes genéticas de valor para o programa de melhoramento do Instituto Agrônomico.

3. As cultivares IAC-18 e IAC-21, além da BH-1146 foram as mais sensíveis à presença de elevadas quantidades de Mn nas soluções nutritivas.

4. As cultivares IAC-24 e Cotiporã, tolerantes à toxicidade de Mn e Al, constituem germoplasmas valiosos para cultivo em solos ácidos.

## REFERÊNCIAS

- CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do Trigo. III. Evidência de controle genético na tolerância ao Mn e Al tóxico em trigo. *Bragantia*, Campinas, v.42, p.91-103, 1983.

- CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do Trigo. VI. Hereditariedade da tolerância a três concentrações de Al em solução nutritiva. *Bragantia*, Campinas, v.43, n.2, p.279-291, 1984.
- CAMARGO, C.E.O. Tolerance of wheat cultivars and evidence of genetic control to different levels of manganese in nutrient solution. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MANGANESE IN SOILS AND PLANTS: CONTRIBUTED PAPERS. South Australia: Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide, 1988. p.109-112.
- CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de Al em solução nutritiva e no solo. *Bragantia*, Campinas, v.40, p.21-31, 1981.
- CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de Mn em solução nutritiva. *Bragantia*, Campinas, v.42, p.65-78, 1983.
- CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; FREITAS, J.G.; FERREIRA FILHO, A.W.P. Tolerância de trigo, triticale e centeio a diferentes níveis de ferro em solução nutritiva. *Bragantia*, Campinas, v.47, n.2, p.295-304, 1988.
- CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; ROCHA JÚNIOR, L. Trigo: tolerância ao Al em solução nutritiva. *Bragantia*, Campinas, v.46, n.2, p.183-190, 1987.
- FOY, C.D. General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: WORKSHOP ON PLANT ADAPTATION TO MINERAL STRESS IN PROBLEM SOILS, 1976, Beltsville, Maryland. *Proceedings*. Ithaca: Cornell University, 1976. p.255-267.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; SCHWARTZ, J.W. Opposite aluminum and manganese tolerances of two wheat varieties. *Agronomy Journal*, v.65, p.123-126, 1973.
- MACFIE, S.M.; TAYLOR, G.J.; BRIGGS, K.G.; HODDINOTT, J. Differential tolerance of manganese among cultivars of *Triticum aestivum*. *Canadian Journal of Botany*, v.67, p.1305-1308, 1989.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1985. 446p.