

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
AO ALUMÍNIO E AO MANGANÊS.
II. DETERMINAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO MANGANÊS *

J.L. BRAUNER **
J.R. SARRUGE ***

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi identificar em 30 cultivares de trigo o grau de tolerância ao manganês. Para isso, foi realizado um experimento em casa de vegetação onde as plantas foram desenvolvidas em soluções nutritivas 0,0, 8,0, 16,0, 24,0 e 32,0 ppm de manganês, durante um período de 17 dias. Nos dados de peso de matéria seca das raízes e peso da matéria seca das partes aéreas, procedeu-se uma análise de variância e nos cultivares onde houve efeitos significativos de um ou outro parâmetro, realizou-se uma

* Parte da tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, pelo primeiro autor para obtenção do grau de Doutor em Agronomia. Entregue para publicação em 24/12/1980.

** Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, RS.

*** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

análise de regressão até o 3º grau, considerando-se a equação significativa de maior grau como representativa. Em função das análises de variância e das equações de regressão obtidas, constatou-se que os cultivares CNT1 e Frontana foram suscetíveis ao manganês, Sonora 63 e Maringá medianamente tolerante e as demais (26) tolerantes.

INTRODUÇÃO

Muitos dos solos ácidos do Rio Grande do Sul, além do alumínio, contêm elevadas concentrações de manganês, capaz de produzir toxidez em muitas culturas, especialmente leguminosas (VOLKVEISS & LUDWICK, 1971).

Dentre as espécies cultivadas de grande interesse econômico é bem conhecida, em outros países e no Brasil, a possibilidade de ocorrer toxidez desse elemento na soja. Inclusive existem trabalhos bem específicos demonstrando diferenças entre cultivares quanto à tolerância ao manganês (COUTINHO *et alii*, 1971; CARTER *et alii*, 1975).

Com relação ao trigo, não existem investigações dirigidas no sentido de avaliação do grau de tolerância ao manganês de seus cultivares, o que tem levado muitos pesquisadores a fazerem citações genéricas, como a de MARTINI *et alii* (1977), que ressaltaram que os cultivares de trigo brasileiros desenvolvidos sob condições de solo ácidos ou muito ácidos (pH 4,5 a 5,5) geralmente não respondem ou dão resposta negativa de produção à calagem, presumivelmente devido à sua tolerância a elevadas concentrações de alumínio e possivelmente manganês, encontradas naqueles solos altamente intemperizados. Esses últimos autores citados caracterizam, ainda, que os cultivares de trigo melhorados em outros países sob condições de pH próximas à neutralidade respondem significativamente à calagem devido à suscetibilidade dos mesmos ao alumínio e possivelmente manganês.

O objetivo do presente trabalho foi identificar em 30 cultivares de trigo o grau de tolerância ao manganês.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento em casa de vegetação, com solução nutritiva, obedecendo à mesma técnica, delineamento, cultivares e repetições, conforme BRAUNER (1979) e BRAUNER & SARRUGE (1980).

Às soluções nutritivas HOAGLAND & ARNON (1950), de balde, sem omissão do manganês, foi adicionada 1g de ácido sílico com a finalidade de dar rigidez estrutural às plantas e o manganês foi suprido na forma de $MnSO_4 \cdot H_2O$ e nas seguintes concentrações: 0,0, 8,0, 16,0, 24,0 e 32,0 ppm.

O pH das soluções nutritivas foi ajustado a 4,5 antes da adição de manganês e reajustado periodicamente a 4,0-4,5, potenciometricamente, até o final do experimento.

A germinação das sementes foi efetuada conforme a técnica utilizada por BRAUNER & SARRUGE (1980) e BRAUNER (1979).

As plantas foram submetidas aos tratamentos com manganês aos 4 dias de idade, sendo cada unidade experimental constituída de 10 plantas. Transcorridos 11 dias procedeu-se a uma renovação das soluções nutritivas, face ao grande desenvolvimento das plantas. Após, estas foram deixadas mais 6 dias, sendo, então colhidas, lavadas com 2 porções de água destilada, separadas em partes aéreas e raízes, secadas a 70°-75°C e pesadas.

No transcurso do ensaio a média das temperaturas máximas foi de 34,9°C, e a média das temperaturas mínimas de 22,1°C.

Os valores obtidos de peso da matéria seca das partes aéreas e das raízes foram submetidos a uma análise de variância e os efeitos significativos devido ao manganês, dentro de cada cultivar, foram desdobrados através de uma análise de regressão até o 3º grau, considerando-se como representativa a de maior grau significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresentam-se os valores de matéria seca das raízes das plantas submetidas aos vários tratamentos com manganês.

A análise da variância (C.V. = 24,69%) revelou que somente os cultivares Sonora 63 C e Frontana tiveram seus pesos de matéria seca das raízes influenciadas pelo manganês. Alguns cultivares, principalmente Super x e CNT1, apresentaram valores de F relativamente altos e próximos do valor F_{tabelado} , sendo possível que, se o experimento tivesse maior duração, a significância fosse obtida, pois, como salientou RORISON (1958), os efeitos tóxicos do manganês sobre as plantas são cumulativos e quanto mais tempo elas são mantidas num meio contendo alta concentração de manganês mais são prejudicadas.

Na Tabela 2, são mostrados os pesos da matéria seca das partes aéreas das plantas dos vários cultivares desenvolvidos em concentrações crescentes de manganês.

Conforme a análise da variância (C.V. = 16,05%), somente os cultivares CNT1 e Maringá apresentam valores de F significativos a nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Os cultivares C33 e Frontana exibiram valores de F relativamente elevados e próximos de atingirem significância a nível de 5% da probabilidade, a qual, se o experimento tivesse uma duração maior, provavelmente seria obtida.

A natureza das respostas ao manganês do peso de matéria seca das raízes das plantas dos cultivares Sonora 63 e Frontana e do peso de matéria seca das partes aéreas das plantas dos cultivares CNT1 e Maringá é indicada pelas equações de regressão apresentadas na Tabela 3.

No cultivar Sonora 63C, as respostas, expressas por uma equação do 3º grau, caracterizam-se por um aumento no peso da matéria seca das raízes até 7,68 ppm de manganês no substrato e após diminuindo até 25,98 ppm de manganês, sendo que, a partir dessa concentração, novamente o peso da matéria das raízes tornou a ascender. Esse comportamento parece indicar

Tabela 1 - Peso da matéria seca das raízes de plantas de trigo em função de concentrações crescentes de mangânes (média de 4 repetições)

CULTIVAR	MATÉRIA SECA DAS RAÍZES (mg)				
	0	8	ppm Mn 16	24	32
Sonora 63 P	170	173	156	198	152
Super x	247	224	232	292	209
Sonora 63 C	152	256	146	154	160
Yecora	265	226	232	233	236
LA 1549	246	250	219	264	229
IAS 20	196	226	195	238	190
IAS 54	191	198	166	202	172
IAS 55	141	140	128	158	152
IAS 57	174	176	199	200	200
IAS 58	144	149	166	172	165
IAS 60	137	188	144	163	156
IAS 61	260	235	260	256	285
IAS 63	165	130	209	172	181
IAS 64	155	136	170	166	159
C 33	196	174	208	249	184
Toropi	172	129	136	152	131
Frontana	243	159	165	194	156
CNT1	224	177	236	265	224
CNT2	179	160	174	212	168
Nobre	172	148	166	202	171
PF 70354	166	169	169	194	182
PF 70546	206	234	204	265	225
Pe1 72018	152	168	168	171	196
Pe1 72083	202	219	182	224	186
Maringã	172	248	227	211	206
Horto	188	182	202	199	164
Coxilha	118	146	149	153	139
Londrina	156	188	198	192	183
PAT 19	132	130	173	140	169
PAT 24	128	151	125	139	135
d.m.s. (0,05)* Tukey			122		

* Comparação entre cultivares dentro de cada concentração

Tabela 2 - Peso da matéria seca das partes aéreas das plantas de trigo em função de concentrações de manganês (média de 4 repetições)

CULTIVAR	MATÉRIA SECA DAS PARTES AÉREAS (mg)				
	ppm Mn				
	0	8	16	24	32
Sonora 63 P	890	938	883	946	841
Super x	974	956	919	938	860
Sonora 63 C	835	965	827	813	810
Yecora	977	925	934	974	930
LA 1549	934	1082	996	1047	980
IAS 20	930	028	893	1017	819
IAS 54	924	949	828	898	808
IAS 55	691	711	647	699	688
IAS 57	766	763	818	747	844
IAS 58	739	793	808	791	771
IAS 60	805	848	812	794	806
IAS 61	1372	1252	1411	1322	1467
IAS 63	974	794	964	895	844
IAS 64	772	635	792	659	677
C 33	1135	937	1049	1134	931
Toropi	852	725	707	770	664
Frontana	1021	810	891	962	795
CNT1	1281	919	926	1140	1093
CNT2	830	694	764	882	729
Nobre	1000	788	853	924	888
PF 70354	800	808	788	792	741
PF 70546	868	955	970	971	889
Pel 72018	751	781	778	805	812
Pel 72083	906	914	860	856	837
Maringá	850	1097	1013	913	853
Horto	950	867	921	900	836
Coxilha	608	723	639	594	628
Londrina	821	801	903	872	823
PAT 19	748	718	740	788	821
PAT 24	704	784	726	678	659
d.m.s. (0,05)* Tukey			370		

* Comparação entre cultivares dentro de cada concentração

Tabela 3 - Equações de regressão dos valores de peso de matéria seca das raízes e das partes aéreas das plantas de cultivares de trigo obtidos em função de concentrações de manganês e respectivos valores de F, coeficientes de determinação (r^2) e pontos de máximo e mínimo

CULTIVAR	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	F	r^2	Ponto de		Ponto de	
				Máximo	M.S.	Mínimo	M.S.
				Mn	mg	Mn	mg
				ppm		ppm	
RAÍZES							
Sonora 63C	$Y=0,0344X^3-1,7388X^2+20,6272X+159,0296$	9,46**	65,46	7,68	230,48	25,98	124,91
Frontana	$Y=-0,257X^3+1,3619X^2-19,9996X+243,5964$	4,70*	99,84	24,95	193,61	10,40	154,02
PARTES AÉREAS							
CNT1	$Y=-0,1024X^3+5,8510X^2-88,1746X+1285,0786$	8,17**	98,58	22,72	1154,42	10,34	885,65
Maringá	$Y=-0,7034X^2+20,2808X+890,8143$	5,85*	68,15	14,41	1037,00	-	-

* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade
 ** Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.
 M.S. = matéria seca

que a concentração de 0,5 ppm de manganês existente no tratamento considerado sem manganês é insuficiente para o máximo crescimento das raízes das plantas desse cultivar.

As respostas às concentrações crescentes de manganês dos pesos de matéria seca das raízes das plantas do cultivar Frontana foram também expressas por uma equação do 3º grau (Tabela 3) caracterizando-se por uma diminuição nesse parâmetro até 10,40 ppm de manganês na solução nutritiva e a partir desse nível tornando a elevar-se até a concentração de 24,95 ppm. No entanto, verifica-se que a produção de matéria seca das raízes em qualquer concentração de manganês estudada é inferior àquela obtida no tratamento sem manganês.

As plantas do cultivar Sonora 63, originadas das sementes oriundas de Campinas, apresentaram raízes sofrendo influência do manganês, ao passo que as raízes das plantas provenientes de sementes de Passo Fundo não foram afetadas. Não se conhece a causa desse comportamento.

Analisando-se a equação de regressão que representa o comportamento do peso da matéria seca das partes aéreas do cultivar CNT1, inserida na Tabela 3, constata-se que o mesmo é de natureza cúbica e se caracteriza por possuir valores de peso de matéria seca correspondentes aos pontos de máximo e de mínimo (1154,42 mg e 885,65 mg) inferiores ao que foi obtido no nível 0,0 de manganês (1285,08 mg). Dessa forma, pode-se afirmar que o referido cultivar é suscetível ao manganês.

As respostas do cultivar Maringá, conforme revela a Tabela 3, são expressas por equação do 2º grau. Esse cultivar caracteriza-se por apresentar uma certa exigência em manganês, pois o peso da matéria seca das partes aéreas é aumentado até a concentração de 14,41 ppm de manganês na solução nutritiva, onde, a partir deste nível, o citado elemento passa a exercer um efeito prejudicial. Com 32 ppm de manganês na solução nutritiva, a produção estimada de matéria seca das partes aéreas foi inferior à produção correspondente ao nível 0,0.

Confrontando-se os valores de peso da matéria seca das partes aéreas do cultivar Frontana (Tabela 2), constata-se



que os correspondentes aos níveis de 8,0, 16,0, 24,0 e 32,0 ppm de manganês foram inferiores ao obtido no tratamento 0,0, confirmando a sua suscetibilidade ao manganês, indicada pelo comportamento das raízes.

Dentro das condições do presente estudo e com base nas Tabelas 1, 2 e 3, pode-se classificar os cultivares, quanto à tolerância ao manganês, da seguinte maneira:

Tolerantes - Sonora 63 P, Super x, Yecora, LA 1549, IAS 20, IAS 54, IAS 55, IAS 57, IAS 58, IAS 60, IAS 61, IAS 63, IAS 64, C 33, Toropi, CNT2, Nobre, PF 70354, PF 70546, Pel 72018, Pel 72083, Horto, Coxilha, Londrina, PAT 19 e PAT 24;

Tolerância intermediária - Sonora 63 C e Maringá.

Suscetíveis - CNT1 e Frontana.

FOY *et alii* (1973) verificaram que o cultivar de trigo Monon, suscetível ao alumínio foi mais tolerante ao manganês do que o cultivar Atlas 66, considerado tolerante ao alumínio. Esse comportamento não deve ser considerado uma regra, pois, embora os cultivares Sonora 63 e Super x tenham demonstrado serem suscetíveis ao alumínio e tolerantes ao manganês, somente os cultivares CNT1 e Frontana foram tolerantes ao alumínio e suscetíveis ao manganês.

SUMMARY

ALUMINUM AND MANGANESE TOLERANCE OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.) CULTIVARS. II. SCREENING FOR MANGANESE TOLERANCE

Thirty wheat cultivars were evaluated by means of culture in nutritive solutions containing 0.0, 8.0, 16.0, 24.0 e 32.0 ppm of Mn, under greenhouse conditions.

After 17 days in the nutritive solutions, the dry matter weight of roots and aerial parts were measured.

When the analysis of variance was significant, the study of the regression equations for each parameter and cultivars showed CNT1 and Frontana as susceptible, Sonora 63 and Maringa slightly susceptible, being the others (26) tolerant.

LITERATURA CITADA

- BRAUNER, J.L., 1979. Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês: sua determinação, influência na concentração de nutrientes e absorção de cálcio e de fósforo. Tese de Doutorado, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.P., 211p.
- BRAUNER, J.L.; SARRUGE, J.R., 1980. Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês. I. Determinação da tolerância ao alumínio. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **37**: 805-823.
- CARTER, O.G.; ROSE, I.A.; READING, P.F., 1975. Variation in susceptibility to manganese toxicity in 30 soybean genotypes. Crop Sci. **15**: 730-732.
- COUTINHO, C.; JARDIM FREIRE, J.R.; VIDOR, C., 1971. Comportamento de variedades de soja em relação à toxidez de Al e Mn de solo ácido do Rio Grande do Sul. Agronomia Sulrio-grandense **7**: 133-141.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; SCHWARTZ, J.W., 1973. Opposite aluminum and manganese tolerances of two wheat varieties. Agron. J. **65**: 123-126.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water-culture method for plants without soil. Berkeley, Calif. Agric. Exp. Stn. (Circ. 347)
- MARTINI, J.A.; KOCHHANN, R.A.; GOMES, E.P.; LANGER, F., 1977. Response of wheat cultivars to liming in some high Al Oxisols of Rio Grande do Sul, Brazil. Agron. J. **69**: 612-616.
- RORISON, I.H., 1958. The effect of aluminum on legume nutrition. In: HALLSWORTH, E.G., ed., Nutrition of the legumes.

London, Butterworths Scientific Publications, p. 43-61.

VOLKWEISS, S.J.; LUDWICK, A.E., 1971. O melhoramento do solo pela calagem, 2.a impressão. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, 30p. (Bol. Tec. 1).

