

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
AO ALUMÍNIO E AO MANGANÊS. IV. INFLUÊNCIA DO MANGANÊS
E DO GRAU DE TOLERÂNCIA AO MANGANÊS
SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu
DAS PARTES AÉREAS E Ca, Fe e Mn DAS RAÍZES *

J.L. BRAUNER **

J.R. SARRUGE ***

RESUMO

Este estudo foi feito com a finalidade de verificar a influência do Mn sobre as concentrações de P, Ca, Mg, Mn, Zn e Cu das partes aéreas e Ca, Fe e Mn das raízes, bem como detectar possíveis relações entre as concentrações dos elementos determinados em ambos os órgãos com o grau de tolerância ao Mn dos cultivares.

Concluiu-se que o grau de tolerância ao Mn não está relacionado com as concentra

* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia. Entregue para publicação em 29/12/1980.

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

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

ções de P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu das partes aéreas e Ca, Fe e Mn das raízes e que as concentrações dos elementos determinados em ambos os órgãos se comportam diferentemente em função das concentrações de Mn na solução.

INTRODUÇÃO

Nos solos ácidos, além do alumínio, o manganês pode se tornar tóxico para muitas espécies, a partir de uma dada concentração. Esse problema pode ser contornado pela elevação do pH do solo, através da calagem ou pelo cultivo de espécies ou cultivares adaptados a essa condição desfavorável.

A criação de cultivares de uma determinada espécie através de um programa de melhoramento genético, segundo BROWN *et alii* (1972), deve considerar vários aspectos. Dentre os mesmos é particularmente importante o conhecimento das propriedades fisiológicas ou bioquímicas associadas à tolerância pois as mesmas formarão subsídios relevantes para a identificação rápida de plantas com os caracteres desejados, além de permitirem uma percepção mais clara da natureza do fenômeno.

A tolerância das plantas ao manganês tem sido atribuída às seguintes causas (FOY *et alii*, 1978): a) habilidade de absorver pequena quantidade do elemento; b) habilidade de translocar pequena quantidade para as partes aéreas; e/ou c) capacidade de tolerar elevadas concentrações do elemento nos tecidos. Além dessas, ISERMANN (1975), pesquisando as causas das diferenças de tolerância ao manganês de 3 cultivares de arroz (tolerante, intermediária e suscetível ao manganês), verificou que os cultivares apresentando tolerância intermediária podem manter uma relação Mn/Fe muito menor do que o cultivar suscetível, especialmente nas partes aéreas. Essa constatação é coerente com a informação dada por JACKSON (1967, p.94) de que uma das manifestações da toxidez do manganês nas plantas é a deficiência de ferro.

Esta investigação foi realizada com a finalidade de verificar a influência do manganês sobre as concentrações de P,

Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu das partes aéreas e Ca, Fe e Mn das raízes e estabelecer relações entre as concentrações desses mesmos elementos existentes nas partes aéreas e raízes e o grau de tolerância ao manganês dos cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

Nas partes aéreas de plantas do experimento com níveis crescentes de manganês (0, 8, 16, 24 e 32 ppm), usados para determinação do grau de tolerância ao manganês, conforme BRAUNER (1979) e BRAUNER & SARRUGE (1980a), foram determinados o P, Ca, Mg, Fe, Zn e Cu e nas raízes o Ca, Fe e Mn.

Os cultivares apresentando tolerância diferencial ao manganês e selecionados de acordo com BRAUNER (1979) e BRAUNER & SARRUGE (1980a), foram os seguintes:

tolerantes - IAS 55 e IAS 58;
tolerância intermediária - Sonora 63 (*) e Maringá;
suscetíveis - CNT1 e Frontana.

Os extratos foram obtidos através de uma digestão nítrico-perclórica, segundo SARRUGE & HAAG (1974).

O fósforo foi determinado colorimetricamente e o cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com SARRUGE & HAAG (1974).

Os resultados foram submetidos a uma análise de variância e os efeitos significativos dentro de cada cultivar foram desdobrados através de análise de regressão até o 3º grau, considerando-se como representativa a equação significativa de maior grau.

(*) Cultivar Sonora 63 cujas sementes foram fornecidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se as concentrações de P, Ca e Mg das partes aéreas das plantas dos 6 cultivares, possuindo diferentes graus de tolerância ao manganês e desenvolvidas na presença de concentrações crescentes deste.

A análise da variância revelou que houve influência do manganês sobre a concentração de P do cultivar IAS 58 (C.V. = 11,58%), sobre a concentração de Ca do cultivar Maringá (C.V. = 16,77%) e sobre a concentração de Mg do cultivar IAS 55 (C.V. = 11,48%).

Pelas equações de regressão apresentadas na Tabela 2, constata-se que o manganês promoveu uma diminuição linear na concentração de P do cultivar IAS 58, produziu um aumento da tendência linear na concentração de Ca do cultivar Maringá e ocasionou uma diminuição de tendência linear na concentração de Mg embora a variação da concentração de Mg devida ao Mn tenha um baixo grau de explicação (55%).

Uma constatação interessante é a de que o Al nas partes aéreas do cultivar Maringá, produziu uma diminuição na concentração de Ca (BRAUNER & SARRUGE, 1980b) enquanto que o Mn, em condições experimentais similares, determinou um aumento na concentração desse mesmo elemento.

A análise dos dados não permitiu encontrar qualquer relação entre o grau de tolerância ao manganês dos cultivares estudados e o modo de ação exercido pelo mesmo elemento sobre as concentrações de P, Ca ou Mg das partes aéreas.

As concentrações de Fe, Mn, Zn e Cu existentes nas partes aéreas das plantas dos 6 cultivares de trigo submetidos a concentrações crescentes de manganês são mostradas na Tabela 3.

Considerando-se as diferenças entre cultivares no tratamento sem manganês, para os 4 micronutrientes analisados, observa-se que somente para o Fe existe uma variação de provável natureza genética. Dessa forma, de acordo com d.m.s. (Tukey), a concentração de Fe das partes aéreas das plantas

Tabela 1 - Concentração de fósforo, cálcio e magnésio das partes aéreas das plantas de trigo desenvolvidas em presença de concentrações de manganês (médias de 4 repetições)

CULTIVAR	% P						Ca						% Mg							
	0,0		8		16		24		32		0		8		16		24		32	
	ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm	
CNT1	0,72	0,77	0,71	0,70	0,68	0,41	0,45	0,42	0,39	0,39	0,24	0,24	0,24	0,22	0,22	0,24	0,22	0,22	0,20	0,20
Frontana	0,82	0,74	0,78	0,76	0,71	0,41	0,38	0,42	0,38	0,39	0,26	0,24	0,25	0,23	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24
Sonora 63C	0,74	0,72	0,74	0,70	0,66	0,46	0,41	0,46	0,38	0,38	0,26	0,24	0,26	0,22	0,23	0,24	0,22	0,22	0,23	0,23
IAS 58	0,84	0,89	0,82	0,71	0,68	0,40	0,47	0,40	0,37	0,38	0,25	0,26	0,29	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
IAS 55	0,72	0,71	0,68	0,61	0,65	0,43	0,39	0,42	0,40	0,38	0,25	0,22	0,23	0,19	0,22	0,25	0,23	0,19	0,22	0,22
Maringá	0,61	0,76	0,74	0,73	0,76	0,27	0,34	0,36	0,37	0,44	0,23	0,25	0,26	0,26	0,28	0,25	0,26	0,26	0,26	0,28
d.m.s. (0,05)*	0,17						0,14						0,06							
Tukey																				

* Comparação entre cultivares de cada concentração.

Tabela 2 - Equações de regressão dos valores de concentração de fósforo, cálcio e magnésio das partes aéreas das plantas de cultivares de trigo obtidos em função das concentrações de manganês e respectivos valores de F e coeficientes de determinação

CULTIVAR	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO	F	r ²
FÓSFORO			
ISA 58	$Y = -0,0062 + 0,8875$	14,00**	79,74
CÁLCIO			
Maringá	$Y = 0,0045 + 0,2825$	11,98**	91,85
MAGNÉSIO			
IAS 55	$Y = -0,0013 + 0,2430$	5,99*	55,16

* Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.

do cultivar IAS 58 foi maior do que as concentrações apresentadas pelos cultivares CNT1, Frontana, IAS 55 e Maringá.

Comparando-se os valores de concentração de Mn das partes aéreas das plantas dos cultivares considerados tolerantes (IAS 55 e IAS 58) e suscetíveis (CNT1 e Frontana) obtidos no tratamento com 32 ppm de Mn um aspecto torna-se evidente. O cultivar IAS 58 apresentou maior concentração de Mn do que os cultivares CNT1 e Frontana, enquanto que as concentrações do mesmo elemento desses 2 últimos cultivares foram superiores à concentração de Mn existente nas partes aéreas do cultivar IAS 55. Aceitando-se que a tolerância das plantas é devida as causas apontadas por FOY *et alii* (1978), a tolerância do cultivar IAS 55 parece ser devida a um mecanismo de bloqueio de translocação do elemento das raízes para as partes aéreas, enquanto o do cultivar IAS 58 a uma maior capacidade de suportar elevadas concentrações de Mn em suas partes aéreas. FOY *et alii* (1973) postularam que a maior tolerância de cultivar de trigo Monon parecia ser devida a maior

Tabela 3 - Concentrações de ferro, manganês, zinco e cobre das partes áreas de plantas de trigo desenvolvidas em presença de concentrações crescentes de manganês (médias de 4 repetições)

CULTIVAR	ppm Mn				ppm Mn				ppm Mn				ppm Mn								
	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	
ONT1	98	114	81	76	80	249	386	781	830	791	64	50	38	44	42	18	24	23	22	19	
Frontana	76	104	137	97	101	193	455	492	717	974	42	48	52	42	58	14	14	14	11	11	
Monora 63C	111	91	107	84	104	222	466	706	792	905	68	60	56	48	47	16	16	18	16	16	
AS 58	162	155	152	91	156	264	579	987	1045	1198	44	53	47	47	32	18	25	22	20	17	
AS 55	94	74	92	89	154	192	262	430	681	500	46	50	47	39	38	11	18	19	14	12	
Maringá	94	84	100	129	131	142	360	582	719	835	41	56	54	44	73	18	13	11	15	20	
l.m.s. (0,05)*		53		236		24		8		24		8		24		8		24		8	
Tukey																					

* Comparação entre cultivares dentro de cada concentração

tolerância interna a elevados níveis de Mn dentro das partes aéreas e raízes e não a decréscimos na capacidade de absorção desse elemento.

A análise da variância dos resultados apresentados na Tabela 3 indicou que houve influência do Mn sobre a concentração de Fe das partes aéreas das plantas dos cultivares Frontana, IAS 58, IAS 55 e Maringá (C.V. = 23,48%). As concentrações de Mn das partes aéreas das plantas de todos os cultivares foram afetados pelas concentrações de Mn presentes no substrato de crescimento (C.V. = 19,36%). As concentrações de Zn foram influenciadas nos cultivares CNT1 e Maringá (C.V. = 24,31%), e as de Cu nos cultivares IAS 58, IAS 55 e Maringá (C.V. = 23,82%).

Na Tabela 4 a natureza da influência do Mn sobre as concentrações de Fe, Mn, Zn e Cu é revelada pelas equações de regressão.

Conforme a Tabela 4, os cultivares Frontana e IAS 58 tiveram suas concentrações de Fe aumentadas quando a concentração de Mn da solução nutritiva aumentou até 17,96 e 4,78 ppm; respectivamente, a partir desses níveis, as concentrações de Fe de ambos os cultivares decresceram sendo que a concentração de Fe do cultivar Frontana, correspondente ao tratamento com 32 ppm de Mn foi superior à concentração verificada na ausência de Mn, enquanto que a concentração de Fe do cultivar IAS 58, na mesma condição, foi inferior. A concentração de Fe das partes aéreas das plantas do cultivar Maringá aumentou de modo linear a medida que aumentou a concentração de Mn da solução nutritiva. Com relação à cultivar IAS 55, nota-se uma diminuição na concentração de Fe das partes aéreas em função dos acréscimos de Mn da solução nutritiva, pelo menos até o nível de 10,87 ppm, a partir do qual a concentração de Fe ascendeu, porém, a concentração correspondente ao tratamento com 32 ppm de Mn foi superior à concentração obtida na ausência de Mn.

O comportamento apresentado pelas concentrações de Fe das partes aéreas dos vários cultivares, quando se variam as concentrações de Mn das soluções nutritivas, não sugere qualquer relação com o fenômeno descrito por JACKSON (1967, p. 94),

que caracteriza a deficiência de Fe como uma das manifestações de toxidez de Mn.

Pelas equações de regressão mostradas na Tabela 4, observa-se uma tendência das concentrações de Mn das partes aéreas dos cultivares CNT₁, Frontana, Sonora 63C, IAS 58, e Maringá de aumentarem em resposta às elevações de Mn das soluções nutritivas. No entanto, as equações que expressam o fenômeno não são do mesmo tipo, pois as variações das concentrações de Mn das partes aéreas dos cultivares Frontana, Sonora 63C e Maringá foram representadas por equações do 1º grau, enquanto que, para os cultivares CNT₁ e IAS 58 por equações do 2º grau, com pontos de máxima de 28,26 e 35,36 ppm de Mn na solução, respectivamente, com a peculiaridade de todos os coeficientes de determinação serem muito elevados. A variação da concentração de Mn das partes aéreas do cultivar IAS 55 em resposta às concentrações de Mn contidas nas soluções nutritivas foi representada por uma equação do 3º grau, onde se verifica (Tabela 4) que a concentração de manganês no tecido diminui até o nível de Mn na solução de 2,97 ppm (ponto de mínima) e tornou a aumentar até o ponto de máxima que corresponde a 657,67 ppm no tecido e 25,40 ppm na solução. Esse comportamento, diametralmente diferente dos outros cultivares, reforça a hipótese formulada de que nesse cultivar foi acionado um mecanismo de bloqueio da translocação do Mn quando a concentração de Mn do substrato de crescimento aumentou. Aparentemente esse mecanismo pode regular a acumulação de Fe das partes aéreas, pois a concentração desse elemento das partes aéreas do cultivar IAS 55 foi deprimida por efeito dos acréscimos iniciais de Mn das soluções nutritivas, conforme se vê na Tabela 4.

Na Tabela 4 constata-se que o Mn deprimiu, de modo linear, a concentração de Zn das partes aéreas das plantas do cultivar CNT₁, enquanto que o cultivar Maringá, o manganês estimulou a acumulação de Zn, a despeito da tendência cúbica revelada pela curva que descreve o fenômeno, onde as concentrações de Zn do tecido correspondentes aos pontos de máxima e mínima são superiores à concentração de Zn estimada no tratamento sem Mn.

Na Tabela 4, observa-se que os aumentos da concentração

Tabela 4 - Equações de regressão dos valores de concentração de ferro, manganês, zinco e cobre das partes aéreas das plantas de cultivares de trigo obtidos em função das concentrações de manganês e respectivos valores de F, coeficiente de determinação (r^2) e pontos de máximo e de mínimo

CULTIVAR	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	F	r^2	Ponto de Máxima		Ponto de Mínima	
				Mn ppm	Conc. ppm	Mn ppm	Conc. ppm
FERRO							
Frontana	$Y = -0,1359X^2 + 4,8826X + 76,9071$	6,48*	63,88	17,96	120,77	-	-
IAS 58	$Y = 0,0197X^3 - 0,8493X^2 + 6,7749X + 159,0107$	9,00**	75,32	4,78	174,14	23,90	105,20
IAS 55	$Y = 0,1646X^2 - 3,5804X + 94,6714$	9,51**	89,59	-	-	10,87	75,20
Maringá	$Y = 1,4875X + 83,6500$	8,67**	78,23	-	-	-	-
MANGANÊS							
CNT1	$Y = -0,7790X^2 + 44,0348X + 201,7357$	10,62**	92,22	28,26	824,01	-	-
Frontana	$Y = 22,8000X + 201,5500$	101,52**	96,10	-	-	-	-
Sonora 63C	$Y = 21,1469X + 279,9000$	87,34**	95,33	-	-	-	-
IAS 58	$Y = -0,7531X^2 + 53,2701X + 251,4571$	9,92**	98,09	35,36	1193,50	-	-
IAS 55	$Y = -0,0862X^3 + 3,6691X^2 - 19,5513X + 199,3928$	8,56**	97,63	25,40	657,67	2,97	171,43
Maringá	$Y = 21,8031X + 178,9500$	92,84**	97,95	-	-	-	-
ZINCO							
CNT1	$Y = -0,6156X + 57,3000$	6,85*	60,50	-	-	-	-
Maringá	$Y = 0,0092X^3 - 0,4188X^2 + 4,9851X + 40,7428$	9,01**	97,16	8,12	58,53	22,23	45,62
COBRE							
IAS 58	$Y = -0,0206X^2 + 0,5732X + 19,21$	6,07*	69,58	13,88	23,18	-	-
IAS 55	$Y = -0,0284X^2 + 0,8732X + 11,7571$	11,54**	84,81	15,34	18,46	-	-
Maringá	$Y = 0,0296X^2 - 0,8527X + 17,7857$	12,46**	96,59	-	-	14,41	11,64

* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

** Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.

de Mn na solução nutritiva até 13,88 ppm e 15,34 ppm induziram acréscimos na concentração de Cu dos cultivares IAS 58 e IAS 55, respectivamente. O mesmo não aconteceu com o cultivar Maringá, que teve a concentração de Cu de suas partes aéreas deprimidas até ser atingida a concentração de 14,41 ppm de Mn na solução nutritiva. BRAUNER & SARRUGE (1980a) constataram que o peso da matéria seca das partes aéreas das plantas do cultivar Maringá aumentou até que o nível de Mn da solução nutritiva atingisse 14,41 ppm (ponto de máxima), passando a diminuir a partir dessa concentração. Tal coincidência sugere a possibilidade de que concentrações de Cu nas partes aéreas superiores a 11,64 ppm estejam exercendo efeitos prejudiciais sobre as plantas do referido cultivar e, assim acontecendo, o efeito benéfico exercido pelo manganês sobre o peso da matéria seca das partes aéreas do cultivar Maringá seria de natureza indireta.

Na Tabela 5 são apresentadas as concentrações de Ca, Fe e Mn existentes nas raízes das plantas dos cultivares de trigo apresentando diferenças quanto à tolerância ao Mn e desenvolvidas na presença de concentrações crescentes desse elemento.

Comparando-se as concentrações de Ca das raízes (Tabela 5) com as concentrações do mesmo elemento das partes aéreas (Tabela 1), constata-se que estas últimas acumularam mais cálcio do que as raízes. A situação inverteu-se quando se consideram as concentrações de Fe e Mn, que foram mais elevadas nas raízes do que nas partes aéreas. No entanto, enquanto as concentrações de Mn foram mais elevadas do que as de Fe nas partes aéreas (Tabela 3), as concentrações de Fe foram mais elevadas do que as de Mn nas raízes (Tabela 5). FOY *et alii* (1973), determinando as respostas de 2 cultivares ao Mn também verificaram que as concentrações de Ca das partes aéreas foram mais elevadas do que as concentrações de Ca das raízes e que as concentrações de Mn das raízes foram mais elevadas do que as concentrações das partes aéreas. No entanto, as concentrações de Ca e de Mn das partes aéreas e raízes obtidas nos tratamentos 0, 8, 16 e 32 ppm de Mn na solução nutritiva foram muito mais elevadas do que as concentrações dos mesmos elementos obtidos nos tratamentos correspondentes do presente trabalho.

Tabela 5 - Concentrações de cálcio, ferro e manganês das raízes de plantas de trigo desenvolvidas em presença de concentrações crescentes de manganês (médias de 4 repetições)

CULTIVAR	% Ca				% Fe				% Mn						
	ppm Mn				ppm Mn				ppm Mn						
	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32	0	8	16	24	32
CNT1	0,16	0,13	0,14	0,15	0,13	2104	2595	2551	1627	1316	776	1208	1761	1505	951
Frontana	0,14	0,12	0,10	0,13	0,11	1772	2200	1876	1717	1809	978	1442	1488	1187	1389
Sonora 63C	0,11	0,11	0,09	0,08	0,10	1874	1095	1941	1554	2023	678	1510	2284	1805	2046
IAS 58	0,13	0,12	0,15	0,09	0,12	2850	2093	2262	1664	2192	1452	1525	1718	1633	1712
IAS 55	0,13	0,09	0,10	0,10	0,14	2894	2878	3016	1996	2296	1402	1706	1792	1746	2118
Maringá	0,18	0,15	0,15	0,16	0,20	2800	1609	1929	1640	2089	1154	1338	1282	1182	1248
d.m.s. (0,05)*															
Tukey			0,07					1276							832

* Comparação entre cultivares dentro de cada concentração

A análise da variância das concentrações de Ca, Fe e Mn das raízes das plantas de trigo revelou que nenhum cultivar teve as concentrações de Ca afetadas pelo Mn (C. V. = 27,33%). Somente as concentrações de Fe das raízes das plantas do cultivar CNT₁ foram influenciadas pelo Mn (C. V. = 29,77%), enquanto que os cultivares CNT₁ e Sonora 63C tiveram as concentrações de Mn afetadas pela presença de quantidades crescentes de Mn nas soluções nutritivas (C.V. = 27,46%).

A equação de regressão inserida na Tabela 6 indica que o Mn promoveu um aumento na concentração de Fe das raízes da cultivar CNT₁ até que seu nível na solução nutritiva atingisse o valor de 10,26 ppm, com uma correspondente concentração de Fe no tecido de 2484,54 ppm, sendo que a partir dessa concentração de Mn houve um decréscimo na concentração de Fe.

Analizando-se as tendências reveladas pelas equações de regressão da Tabela 6 das concentrações de Mn das raízes dos cultivares CNT₁ e Sonora 63C, verifica-se que elas aumentaram até 17,30 ppm e 22,96 ppm, respectivamente, decrescendo a partir desses níveis. As concentrações de Mn no tecido correspondentes ao tratamento com 32 ppm de Mn na solução foram superiores àquelas relativas ao tratamento sem Mn.

CONCLUSÕES

Os resultados e sua discussão propiciam as seguintes conclusões:

a) o grau de tolerância ao Mn dos cultivares de trigo não está relacionado com as concentrações de P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu das partes aéreas e Ca, Fe e Mn das raízes;

b) as concentrações de P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu das partes aéreas e Ca, Fe e Mn das raízes dos cultivares se comportam diferentemente em função das concentrações de Mn na solução.

Tabela 6 - Equações de regressão dos valores de concentração de ferro e manganês das raízes das plantas de cultivares de trigo obtidas em função das concentrações de manganês e respectivos valores de F, coeficientes de determinação (r^2) e ponto de máximo e de mínimo

CULTIVAR	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	F	r^2	Ponto de Máximo:		Ponto de Mínimo	
				Mn ppm	Conc. ppm	Mn ppm	Conc. ppm
CNT1	Y=-2,7723x ² +56,9330X+2192,2428	4,62*	85,76	10,26	2484,54	-	-
CNT1	Y=-3,1038X ² -107,4339X+712,9642	13,62**	92,63	17,30	1642,64	-	-
Sonora 63C	Y=-2,7193X ² -124,9116X+710,1286	10,45**	86,84	22,96	2144,58	-	-

* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

** Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.

SUMMARY

ALUMINUM AND MANGANESE TOLERANCE ON WHEAT
(*Triticum aestivum* L.) CULTIVARS. IV. MANGANESE
TOLERANCE AS RELATED TO P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu AND
Ca, Fe, AND Mn, RESPECTIVELY IN AERIAL PARTS AND ROOTS

This study was made to detect possible inter-relations among Mn concentrations or tolerance, and P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and Ca, Fe and Mn, concentrations, respectively in the aerial parts and roots of wheat seedlings.

The concentrations were determined in 6 wheat cultivars showing differential tolerance to Mn and growing in nutritive solutions containing 0, 8, 16, 24 and 32 ppm of Mn, under greenhouse conditions.

The results showed no relationship among Mn concentrations or Mn tolerance and the concentrations of P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu, neither in the aerial parts nor in the roots.

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, SP, 211p.
- BRAUNER, J.L.; SARRUGE, J.R., 1980a. Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês. II. Determinação da tolerância ao manganês. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 37: 825-835.
- BRAUNER, J.L.; SARRUGE, J.R., 1980b. Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês. III. Influência do alumínio e do grau de tolerância ao alumínio sobre as concentrações de P, Ca e Mg das partes aéreas. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 37: 837-848.

- BROWN, J.C.; AMBLER, J.E.; CHANEY, R.L.; FOY, C.D., 1972. Differential responses of plant genotypes to micronutrient. In: DINAUER, R.C., ed. *Micronutrients in Agriculture*, Madison, Soil Sci. Soc. Amer. Inc., p. 389-418.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; SCHUWATZ, J.W., 1973. Opposite aluminum and manganese tolerances of two wheat varieties. *Agron. J.* **65**: 123-126.
- FOY, C.D.; CHANEY, R.L.; WHITE, M.C., 1978. The physiology of metal toxicity in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **29**: 511-566.
- ISERMANN, K., 1975. Mögliche Ursachen der Manganese - Toleranz bestimmter Reis-Sorten. *Z. Pflanzener. Bodenkunde* **2**:235-247.
- JACKSON, W.A., 1972. Physiological effects of soil acidity. In: PEARSON, R.W. & ADAMS, F., ed., *Soil Acidity and Liming*. Madison, Amer. Soc. Agron. Pub., p. 43-123.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. *Análises químicas em plantas*, Piracicaba, ESALQ/USP, 55p.