



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 42

Campinas, 1983

Artigo nº 7

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO A DIFERENTES NÍVEIS DE MANGANÊS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA (1)

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2) e OTAVIO FRANCO DE OLIVEIRA,
Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônomo.

RESUMO

Foram estudados cinco cultivares de trigo em soluções nutritivas contendo quatro níveis de manganês (0,11; 300; 600 e 1.200mg/litro), mantendo-se constante a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e o pH das soluções igual a 4,8. A tolerância foi medida pelo comprimento médio da raiz primária central, peso seco total das folhas e das raízes de cinquenta plantas, após serem cultivadas durante quinze dias em soluções nutritivas contendo diferentes concentrações de manganês. A presença das dosagens elevadas de manganês (300, 600 e 1.200mg/litro) foi prejudicial a todos os cultivares estudados. O 'BH-1146' foi muito sensível a 300mg/litro de manganês, enquanto os cultivares IAC-5, Alondra-S-46, IAC-17 e Siete Cerros mostraram-se tolerantes a essa concentração. O 'Siete Cerros' foi o mais tolerante à dosagem de 600mg/litro de manganês; IAC-5, Alondra-S-46 e IAC-17, moderadamente tolerantes, e BH-1146, muito sensível. Na dose de 1.200mg/litro de manganês, Siete Cerros e Alondra-S-46 foram os que apresentaram maior tolerância. Os teores de Mn em partes por milhão nas folhas aumentaram em todos os cultivares à medida que se elevaram tais teores nas soluções nutritivas, e os teores de Fe nas folhas não foram influenciados negativamente pelas diferentes dosagens de Mn nas soluções, não ocorrendo, portanto, deficiência de ferro nas plantas estudadas. A maior tolerância de 'Alondra-S-46' e 'Siete Cerros', em relação ao 'BH-1146', 'IAC-5' e 'IAC-17', parece ser devida à maior tolerância, no interior das folhas, a uma elevada concentração de manganês, e não a uma menor absorção desse elemento das soluções nutritivas.

(1) Com verba suplementar do Acordo do Trigo entre as Cooperativas de Produtores Rurais do Vale do Paranapanema e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, através do Instituto Agrônomo. Recebido para publicação a 5 de março de 1981.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

Os sintomas de toxicidade de manganês nas plantas são mais pronunciados nas folhas do que nas raízes, embora haja variação bastante acentuada entre as espécies cultivadas (1). Em casos de severa toxicidade, as raízes tornam-se de coloração castanha, mas esse sintoma geralmente ocorre quando a parte aérea já está bastante injuriada (13). Este fato contrasta com o efeito do alumínio, que reduz fortemente o crescimento das raízes sem produzir sintomas facilmente identificáveis na parte aérea (13).

Embora os problemas da toxicidade de alumínio e manganês sejam encontrados em solos ácidos, geralmente abaixo de pH 5,5 (3), a tolerância para uma delas não significa necessariamente tolerância à outra. O cultivar de trigo Atlas-66 foi mais tolerante ao alumínio tóxico do que o Monon; este, porém, foi mais tolerante ao excesso de manganês no solo ou em solução nutritiva, embora tivesse acumulado mais manganês na parte aérea do que Atlas-66 (14).

Alguns solos não produzem efeitos tóxicos de manganês em plantas sensíveis, mesmo em pH 5,0 ou inferior, porque suas rochas-mães contêm baixo teor de manganês em suas constituições; logo, tais solos seriam indicados para o estudo da tolerância ao alumínio, que, por outro lado, é um dos constituintes das partículas de argila do solo, sendo, portanto, seu efeito tóxico teoricamente possível em qualquer solo dependendo do pH (12).

MOORE et alii (18) e FOY et alii (14) concluíram que é muito difícil controlar o complexo mineral do solo adequadamente para que determinado nível de alumínio ou manganês possa ser reproduzido de um experimento para outro ou de um local para outro. Além do mais, a toxicidade de alumínio e manganês não constitui o único fator limitante em solos ácidos: portanto, os métodos de separação de plantas tolerantes e suscetíveis a determinado nível de alumínio e manganês, usando solos ácidos, não são bastante precisos. O emprego de soluções nutritivas pode tornar mais eficiente e precisa a separação das plantas em relação às tolerâncias a esses elementos.

A cultura do trigo no Estado de São Paulo se instala em grande parte em área de solos originários de basalto, rocha que contém elevados teores de manganês, sendo de grande interesse que os cultivares mostrem tolerância a esse elemento.

Considerando-se as possíveis interações existentes nos solos ácidos entre Al^{3+} e Mn^{2+} , o presente trabalho tem por objetivo estudar o comportamento de cultivares de trigo em solução nutritiva contendo diferentes concentrações de manganês, visando à detecção de fontes de tolerância para um futuro uso no programa de melhoramento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento estatístico empregado foi parcelas subdivididas com duas repetições, sendo as

parcelas compostas por quatro concentrações de manganês (0,11; 300; 600 e 1.200mg/litro) e, as subparcelas, por cinco cultivares de trigo, a saber: Siete Cerros, BH-1146, Alondra-S-46, IAC-5 e IAC-17.

As sementes desses cultivares foram cuidadosamente lavadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 10% e colocadas para germinar em caixas de Petri por 24 horas. Após esse tempo, as radículas estavam iniciando a emergência.

Escolheram-se cinquenta sementes uniformes de cada cultivar, colocando-as sobre o topo de quatro telas de náilon que foram adaptadas sobre quatro vasilhas plásticas de 8,30 litros de capacidade, contendo soluções nutritivas, de maneira que as sementes fossem mantidas úmidas e as radículas emergentes tocassem nas soluções e tivessem, portanto, um pronto suprimento de água e de nutrientes.

A concentração final das soluções das quatro vasilhas plásticas foi a seguinte: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 2mM; MgSO_4 1mM; KNO_3 2mM; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,218mM; KH_2PO_4 0,25mM; CuSO_4 0,3 μ M; NaCl 30 μ M; FeCl_3 10 μ M; Na_2MoO_4 0,1 μ M e H_3BO_3 10 μ M. Em cada uma das quatro soluções, foi adicionado $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, de modo que fossem obtidas soluções com 0,11; 300; 600 e 1.200mg/litro de Mn^{2+} . O pH das soluções foi previamente ajustado para 4,8 com H_2SO_4 0,1N, sendo mantido cons-

tante por ajustamentos diários durante todo o experimento. As soluções foram continuamente arejadas e as vasilhas plásticas contendo as soluções 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 quinze dias. Passado esse período, foram retiradas das soluções, determinando-se o crescimento, em milímetro, da raiz primária central de cada plântula. Separaram-se, então, as raízes das partes aéreas das cinquenta plântulas de cada cultivar submetido a crescimento em soluções contendo diferentes concentrações de manganês. As raízes e as folhas de cada tratamento foram colocadas para secar em estufa com temperatura de 45°C . Decorridos cinco dias, determinou-se o peso seco das raízes e das folhas das plântulas. Nas amostras de folhas secas, foram determinados os teores de Ca, Mg, K, P, Mn, Zn, Cu e Fe, segundo os métodos citados por BATAGLIA et alii (2).

Os dados foram analisados, considerando-se a média do crescimento das raízes das cinquenta plântulas, do peso seco das raízes e das folhas das cinquenta plântulas de cada cultivar, em função de concentrações crescentes de manganês. As comparações entre as médias de comprimento da raiz, peso seco das raízes e das folhas das cinquenta plântulas foram feitas pelo teste de Tukey (20).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento médio das raízes e o peso seco total das folhas e das raízes (cinquenta plantas) dos cinco cultivares de

trigo, após quinze dias de crescimento em soluções nutritivas contendo quatro diferentes níveis de Mn^{2+} , encontram-se no quadro 1 e figuras 1, 2 e 3.

QUADRO 1. Comprimento médio das raízes, peso seco total das folhas e das raízes (50 plantas) dos cinco cultivares de trigo, após quinze dias de desenvolvimento em soluções nutritivas contendo quatro diferentes concentrações de manganês

Cultivares	Concentração de Mn^{2+}	Comprimento médio das raízes	Peso seco das folhas (50 plantas)	Peso seco das raízes (50 plantas)
	mg/litro	mm	mg	mg
Siete Cerros	0,11	149,0	1.037	279
	300	130,9	941	259
	600	99,3	1.027	251
	1.200	38,8	908	184
BH-1146	0,11	261,7	2.043	572
	300	109,3	1.637	294
	600	35,5	1.571	207
	1.200	9,8	952	98
Alondra-S-46	0,11	197,2	1.455	371
	300	159,9	1.463	323
	600	119,1	1.341	303
	1.200	31,6	1.151	233
IAC-5	0,11	182,3	1.972	472
	300	140,1	1.685	345
	600	94,7	1.437	325
	1.200	21,7	1.265	174
IAC-17	0,11	183,8	1.104	351
	300	132,1	1.007	239
	600	100,8	1.131	279
	1.200	35,6	877	174
d.m.s. (5%)		71,6	699	173
d.m.s. (1%)		85,8	838	207
C.V. %		7,57	14,65	16,16

Diferenças mínimas significativas para comparar qualquer média independentemente do cultivar ou nível de Mn^{2+} .

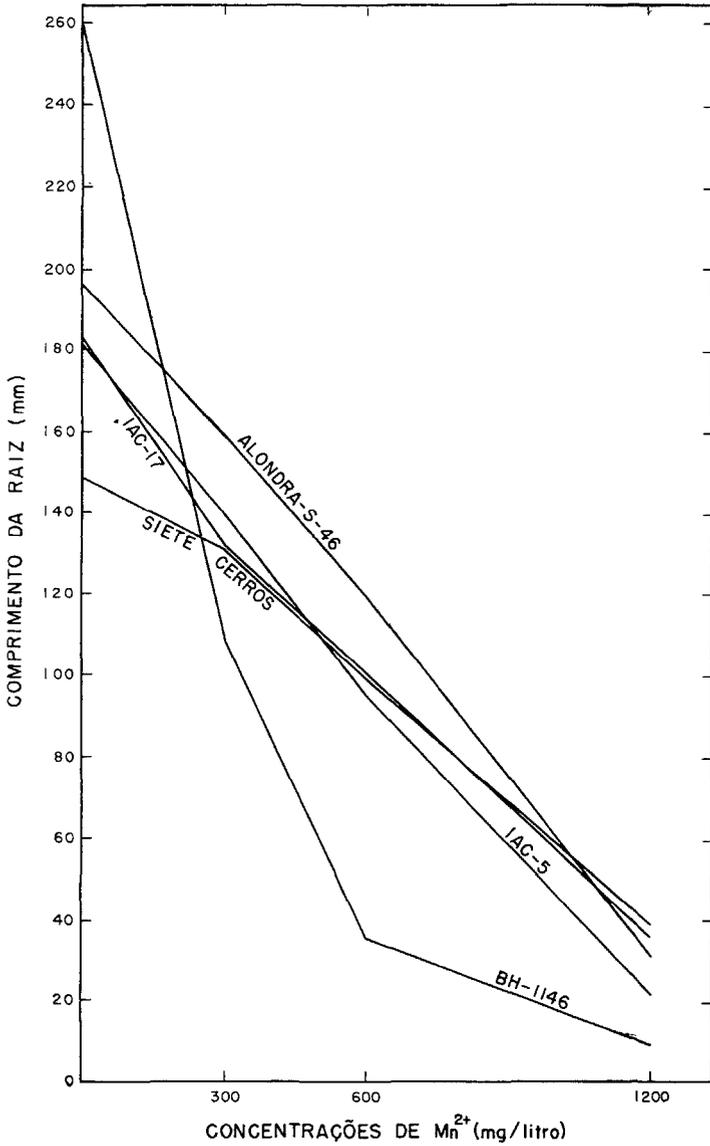


Figura 1. Efeito de diferentes concentrações de manganês no crescimento da raiz de cinco cultivares de trigo

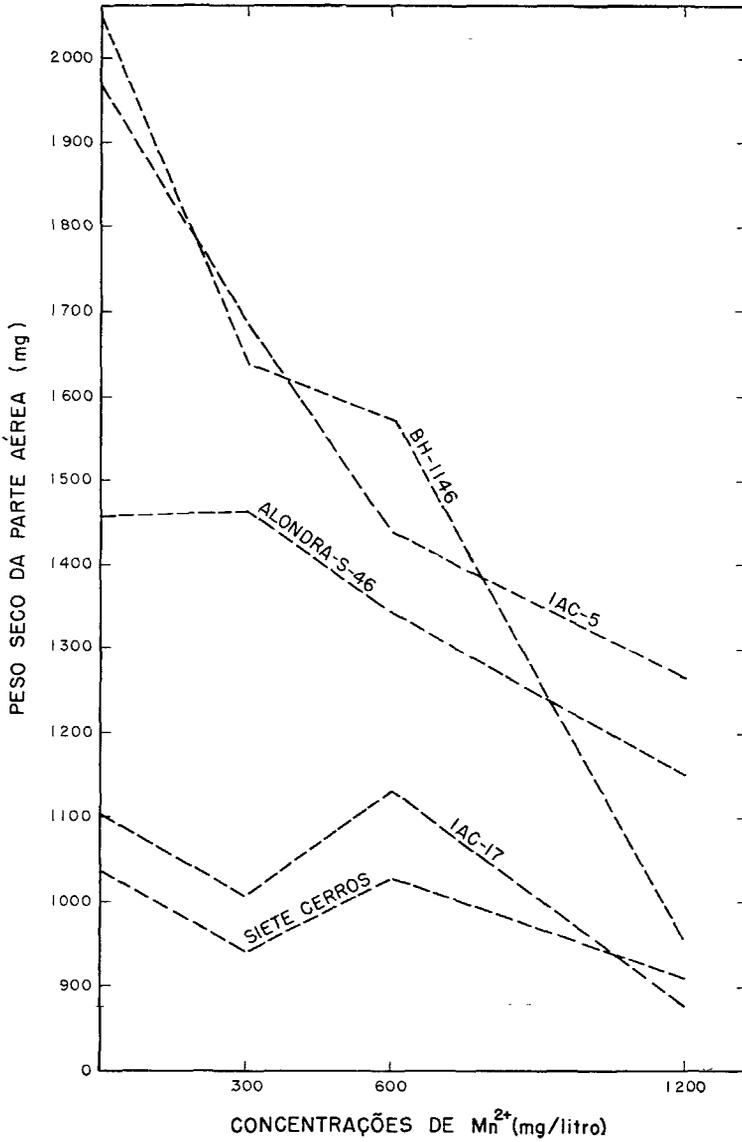


Figura 2. Efeito de diferentes concentrações de manganês no peso seco da parte aérea de cinquenta plântulas de cinco cultivares de trigo

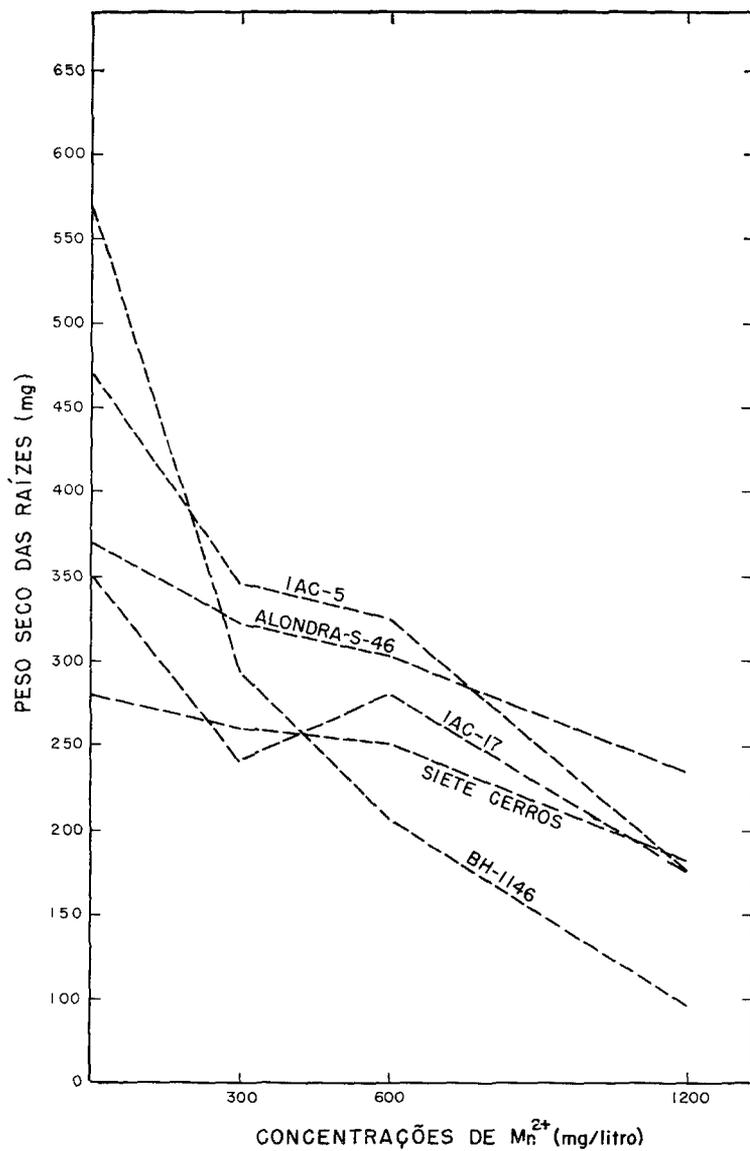


Figura 3. Efeito de diferentes concentrações de manganés no peso seco das raízes de cinquenta plântulas de cinco cultivares de trigo

Os resultados da análise estatística desse experimento são apresentados no quadro 2. Verificaram-se, pelo teste F, efeitos altamente significativos das concentrações de manganês nas soluções nutritivas no comprimento das raízes e no peso seco das folhas e das raízes dos cultivares estudados. Houve efeitos altamente significativos de cultivares em relação ao comprimento das raízes e ao peso seco das folhas e efeito significativo de cultivares em relação ao peso seco das raízes. As interações cultivares x concentrações de Mn^{2+} nas soluções apresentaram efeitos altamente significativos para comprimento e peso seco das raízes e efeito estatisticamente não-significativo para peso seco das folhas.

Considerando-se as médias dos comprimentos das raízes dos diferentes cultivares estudados a 0,11mg/litro de manganês nas soluções nutritivas, verifica-se que o 'BH-1146' foi o que cresceu mais, diferindo significativamente, ao nível de 5%, dos cultivares IAC-5, IAC-17 e Siete Cerros, e não apresentando diferença estatística do 'Alondra-S-46'. Os cultivares IAC-5, IAC-17, Alondra-S-46 e Siete Cerros não diferiram entre si. Pela média do peso seco total das folhas dos cultivares BH-1146, IAC-5 e Alondra-S-46 a 0,11mg/litro de Mn^{2+} , verifica-se que eles não diferiram estatisticamente entre si, mas IAC-5 e BH-1146 diferiram significativamente de IAC-17 e Siete Cerros, que apresentaram menor peso se-

QUADRO 2. Análise da variância para comprimento médio das raízes, peso seco total das folhas e das raízes (50 plantas) dos cinco cultivares de trigo, após quinze dias de desenvolvimento em soluções nutritivas contendo quatro diferentes concentrações de manganês

Causas de variação	GL	QM		
		Comprimento das raízes	Peso seco das folhas	Peso seco das raízes
Repetições	1	32,22	488631,02**	6864,40*
Concentrações de Mn^{2+}	3	49951,91**	414121,09**	93945,63**
Erro I	3	1266,01	3424,09	513,40
Cultivares	4	697,24**	642363,21**	9461,09*
Cultivares x Concentrações de Mn^{2+}	12	1897,30**	64439,95	9743,90**
Erro II	16	71,33	36137,51	2137,40
Total	39			

* Efeitos significativos ao nível de 5% pelo teste F.

** Efeitos significativos ao nível de 1% pelo teste F.

co das folhas. Considerando-se o peso seco das raízes, verifica-se ainda que o 'BH-1146', embora apresentando os maiores valores, somente diferiu estatisticamente do 'Siete Cerros'. O fato de os cultivares de trigo mostrarem diferenças para os parâmetros observados, mesmo na ausência de estresse de manganês, poderia ser explicado por uma condição específica de cada genótipo.

Quando foram adicionados 300mg/litro de manganês nas soluções, o comprimento médio e o peso seco das raízes dos cultivares IAC-5, Alondra-S-46, IAC-17 e Siete Cerros tiveram uma redução, não diferindo, porém, estatisticamente dos valores obtidos, quando na concentração de 0,11mg/litro. O 'BH-1146' foi uma exceção, pois apresentou grande inibição no comprimento e peso seco das raízes, quando submetido a 300mg/litro de Mn^{2+} , mostrando diferenças altamente significativas, quando comparado com o comprimento e peso seco das raízes a 0,11mg/litro de Mn^{2+} .

Quando foram adicionados 600mg/litro de manganês nas soluções, o 'BH-1146', teve reduzido ainda mais o comprimento das raízes, diferindo ao nível de 5%, pelo teste de Tukey, do comprimento da raiz a 300mg/litro de Mn^{2+} e ao nível de 1% do comprimento e peso seco das raízes a 0,11mg/litro. Para os demais cultivares, não houve diferenças significativas no comprimento e peso seco das raízes, quando comparados os tratamentos de 300 e 600mg/litro de Mn^{2+} ; os cultivares IAC-5, Alondra-S-46 e IAC-17,

porém, apresentaram um comprimento das raízes a 600mg/litro de Mn^{2+} significativamente inferior aos comprimentos obtidos com 0,11mg/litro. O 'Siete Cerros' mostrou-se o mais tolerante à dosagem de 600mg/litro de Mn^{2+} , pois o comprimento de suas raízes não diferiu estatisticamente do comprimento a 0,11mg/litro de Mn^{2+} .

Quando se adicionaram 1.200mg/litro de Mn^{2+} nas soluções, todos os cultivares apresentaram uma redução no comprimento das raízes altamente significativa, quando comparada com 0,11mg/litro de Mn^{2+} ; os dados de peso seco das raízes a 1.200mg/litro de Mn^{2+} , demonstram que os cultivares Siete Cerros e Alondra-S-46 não diferiram dos pesos secos obtidos a 0,11mg/litro de Mn^{2+} , enquanto diferenças significativas foram observadas para os cultivares IAC-5, BH-1146 e IAC-17; os pesos secos das folhas de 'Siete Cerros', 'Alondra-S-46' e 'IAC-17' não diferiram estatisticamente, quando foram adicionadas crescentes dosagens de Mn^{2+} nas soluções, mas BH-1146 e IAC-5, quando submetidos a 1.200mg/litro de Mn^{2+} , diferiram pelo teste de Tukey a 1% e a 5%, respectivamente, dos pesos secos, quando se empregaram 0,11mg/litro de Mn^{2+} na solução.

Esses resultados mostraram que os cultivares Siete Cerros e Alondra-S-46 foram os mais tolerantes ao excesso de Mn^{2+} nas soluções nutritivas. Como eles são de origem mexicana e adaptados à irrigação, e os cultivares IAC-5, BH-1146 e IAC-17 são nacionais

e adaptados às condições de sequeiro, uma provável explicação para os resultados obtidos seria a evidência dada na literatura (11, 15, 17) que a tolerância de certas espécies a solos encharcados coincide com suas tolerâncias ao excesso de Mn^{2+} em soluções nutritivas. GRAVEN et alii (15) sugeriram que a suscetibilidade da alfafa a solos com muita umidade poderia ser, em parte, devida à sensibilidade ao manganês. Isso foi complementado por DOI (8, 9), sugerindo que a tolerância a solos encharcados por certas plantas está associada com o poder de oxida-

ção de suas raízes. Tais afirmações sugerem a possibilidade de que as variedades de trigo melhoradas para maior tolerância ao Mn^{2+} em solução nutritiva poderiam ser mais tolerantes em solos encharcados, como aqueles encontrados em grandes áreas de várzeas paulistas.

O quadro 3 apresenta as concentrações de Mn, Fe, Cu, Zn (ppm), Ca, Mg, K e P (%) encontradas nas folhas dos cinco cultivares de trigo estudados durante quinze dias em soluções nutritivas contendo diferentes concentrações de Mn^{2+} .

QUADRO 3. Concentrações de elementos nas folhas dos cinco cultivares de trigo estudados durante quinze dias em soluções nutritivas contendo quatro níveis de Mn^{2+}

Cultivares	Concentração de Mn^{2+} nas soluções	Concentrações de elementos nas folhas (MS)							
		Mn	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	K	P
	mg/litro	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%
Siete Cerros	0,11	111	96	19,8	73,9	0,30	0,41	5,03	0,886
	300	1.579	99	16,0	74,9	0,10	0,25	5,99	1,072
	600	1.677	98	14,2	69,5	0,08	0,21	5,32	1,102
	1.200	2.385	130	19,3	80,5	0,06	0,21	4,83	1,034
BH-1146	0,11	166	117	17,0	93,6	0,41	0,48	5,50	0,808
	300	1.636	102	11,6	53,6	0,09	0,23	5,48	0,814
	600	1.850	107	11,0	58,0	0,05	0,23	3,90	0,760
	1.200	2.185	121	13,7	56,4	0,04	0,16	1,86	0,650
Alondra-S-46	0,11	127	97	17,7	76,7	0,35	0,47	5,79	1,006
	300	1.647	103	13,4	63,6	0,11	0,23	4,84	0,841
	600	1.681	97	14,5	76,7	0,10	0,25	5,32	1,108
	1.200	1.960	106	14,4	63,3	0,05	0,19	3,17	0,784
IAC-5	0,11	101	109	19,2	75,2	0,36	0,46	5,05	0,742
	300	1.624	109	13,3	72,7	0,11	0,24	5,05	0,836
	600	1.658	131	12,1	78,3	0,09	0,24	4,75	0,978
	1.200	1.681	108	15,7	71,7	0,06	0,21	2,81	0,716
IAC-17	0,11	118	111	16,3	89,2	0,30	0,49	5,79	0,899
	300	1.836	99	14,1	58,9	0,08	0,24	5,40	0,802
	600	1.843	95	11,8	64,9	0,06	0,25	5,25	1,050
	1.200	2.805	146	16,2	56,8	0,06	0,23	3,81	0,906

Os teores dos elementos obtidos nas análises químicas pelos diferentes genótipos quando cultivados em solução nutritiva normal com 0,11mg/litro de Mn^{2+} estão de acordo com os obtidos por MUGWIRA et alii (19) em condições semelhantes.

Os teores de Mn^{2+} , em partes por milhão, aumentaram nas folhas em todos os cultivares, à medida que se elevaram os teores de Mn^{2+} nas soluções.

Como foi também observado por FOY et alii (14), a maior tolerância de 'Siete Cerros' e 'Alondra-S-46' em relação aos outros parece ser devida à maior tolerância a altas concentrações de Mn^{2+} no interior das folhas e das raízes e não à menor absorção desse elemento das soluções.

As causas das diferenças varietais para a tolerância a altos teores de Mn^{2+} nos tecidos são desconhecidas; uma explicação possível, porém, é que o Mn^{2+} seria distribuído diferentemente (física e quimicamente) nas variedades sensíveis e tolerantes contendo concentrações semelhantes de Mn^{2+} (14).

Segundo EPSTEIN (10) e LAMB (16), o excesso de manganês em plantas de trigo resultaria em deficiência de ferro, devido a efeitos de competição, ou em toxicidade, devido ao Mn^{2+} propriamente dito. Nos dados obtidos, verificou-se para todos os cultivares estudados leve tendência do aumento das concentrações de Fe nas folhas à medida que se elevaram as concentrações de Mn nas soluções, deixando eviden-

te que, no presente estudo, não ocorreu deficiência de ferro e, sim, efeito tóxico de altos teores de Mn^{2+} nas plantas.

À proporção que se aumentaram as concentrações de Mn nas soluções, observaram-se pequenas variações nos teores das plantas em Cu, Zn e P.

As concentrações de Ca, Mg e K nas folhas reduziram sensivelmente conforme se aumentaram as concentrações de Mn nas soluções, sendo que o cultivar BH-1146, mais sensível ao Mn^{2+} , foi o que mostrou menores teores de K nas folhas, quando comparado com os demais. Os mesmos resultados foram obtidos por FOY et alii (14) em relação aos teores de Ca.

Considerando que os cultivares BH-1146 e IAC-5 são tolerantes ao alumínio, Alondra-S-46 e IAC-17 moderadamente tolerantes e Siete Cerros muito sensível, segundo CAMARGO (4); CAMARGO & OLIVEIRA (5) e CAMARGO et alii (6, 7), e que o 'BH-1146' foi o mais sensível ao excesso de Mn, IAC-5 e IAC-17 com reações intermediárias e Siete Cerros e Alondra-S-46, como os mais tolerantes entre os cultivares estudados, os dados obtidos concordam com aqueles publicados por FOY et alii (14), mostrando evidências opostas ao manganês e ao alumínio por dois cultivares de trigo.

4. CONCLUSÕES

a) A técnica empregada para o estudo da reação de cultivares de trigo a crescentes concentra-

ções de manganês em soluções nutritivas foi eficiente, possibilitando a separação de cultivares tolerantes e sensíveis em quinze dias.

b) A presença das dosagens elevadas de Mn^{2+} , como 300, 600 e 1.200mg/litro em solução nutritiva, foi prejudicial a todos os cultivares estudados.

c) 'BH-1146' foi muito sensível a 300mg/litro de manganês na solução nutritiva, enquanto IAC-5, Alondra-S-46, IAC-17 e Siete Cerros se mostraram tolerantes a esta concentração. O 'Siete Cerros' foi o mais tolerante à dosagem de 600mg/litro de manganês; 'IAC-5', 'Alondra-S-46' e 'IAC-17', moderadamente tolerantes, e 'BH-1146', muito sensível. A 1.200mg/litro de manganês,

'Siete Cerros' e 'Alondra-S-46' foram os que apresentaram maior tolerância.

d) Os teores de Mn em partes por milhão aumentaram nas folhas de todos os cultivares à medida que se aumentaram tais teores nas soluções nutritivas, e os teores de Fe nas folhas não foram influenciados negativamente pelas diferentes dosagens de Mn^{2+} nas soluções.

e) A maior tolerância dos cultivares Alondra-S-46 e Siete Cerros, em relação a BH-1146, IAC-17 e IAC-5, parece ser devida à maior tolerância, no interior das folhas, a uma elevada concentração de Mn^{2+} e não à menor absorção desse elemento das soluções.

SUMMARY

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

Five wheat cultivars were studied to manganese toxicity using four different levels of this element (0.11, 300, 600 and 1,200mg/l) in nutrient solution under constant temperature ($25 \pm 1^\circ C$) and pH 4.8.

The tolerance of the plant was measured taking into account the central primary root length and the leaf and root total dry weight.

The presence of high levels of manganese (300, 600 and 1,200mg/l) into the solution produced harmful effects in all wheat cultivars under study.

The wheat cultivar BH-1146 was very sensitive to 300mg/l of Mn^{2+} and the cultivars IAC-5, IAC-17, Alondra-S-46 and Siete Cerros were tolerant to these amounts of manganese. Siete Cerros was the most tolerant to 600mg/l of Mn^{2+} ; IAC-5, Alondra-S-46 and IAC-17 were moderately tolerant and BH-1146 was very sensitive. At 1,200mg/l Siete Cerros and Alondra-S-46 showed the best tolerances.

The manganese concentration in the leaves of all wheat cultivars increased when the levels of manganese increased into the nutrient solution. The iron concentrations in the leaves were not dependent of the different levels of Mn^{2+} into the nutrient solution so there were no iron deficiencies in the wheat plants under study.

Greater tolerance to Mn^{2+} in Siete Cerros and Alondra-S-46 in relation to BH-1146, IAC-5 and IAC-17 appears to be due to a higher internal tolerance to high Mn^{2+} levels within its leaves and not to decreased Mn^{2+} uptake.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREW, C. S. & PIETERS, W. H. J. Manganese toxicity symptoms of one temperate and seven tropical pasture legumes. Tech. Pap. Div. Trop. Pastures, 4:2-8, 1970.
Idem in Tropical Abstracts, Holanda, 26(2):100, 1971. (Resumo 377)
2. BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1978. 31p. (Circular, 87)
3. BROWN, J. E. A.; CHANEY, R. L.; FOY, C. D. Differential responses of plant genotypes to micronutrients. In: MICRONUTRIENTS in Agriculture. Madison, Soil Science Society of America, Inc., 1972. p.389-418.
4. CAMARGO, C. E. O. Efeito da temperatura da solução nutritiva na tolerância ao alumínio de cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, 42:51-64, 1983.
5. ——— & OLIVEIRA, O. F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. *Bragantia*, Campinas, 40:21-31, 1981.
6. ———; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. Parent-progeny regression estimates and associations of height level with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Science*, 20:355-358, 1980.
7. ———; OLIVEIRA, O. F.; LAVORENTI, A. Efeito de diferentes concentrações de sais em solução nutritiva na tolerância de cultivares de trigo à toxicidade de alumínio. *Bragantia*, Campinas, 40:93-101, 1981.
8. DOI, Y. Studies in oxidizing power of roots of crop plants: THE DIFFERENCE of crop plants and wild grasses. *Proceedings Crop Science*, 21:12-13, 1952.
9. ———. Studies in oxidizing power of roots of crop plants: TRE VARIATION between paddy rice and soybeans. *Proceedings Crop Science*, 21:14-15, 1952.
10. EPSTEIN, E. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1972. 412p.
11. FINN, I. J.; BOURGET, S. H.; NIELSON, K. F.; DOW, B. K. Effects of different soil moisture tensions on grass and legume species. *Canadian Journal Soil Science*, 41:16-23, 1961.
12. FOY, C. D. General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: PROCEEDINGS OF WORKSHOP ON PLANT ADAPTATIONS TO MINERAL STRESS IN PROBLEM SOILS. Beltsville, Maryland, 1976. Ithaca, Cornell University. p.255-267.
13. ———; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. *Annual Review Plant Physiology*, 29:511-566, 1978.
14. ———; FLEMING, A. L.; SCHWARTZ, J. W. Opposite aluminum and manganese tolerances of two wheat varieties. *Agronomy Journal*, 65:123-126, 1973.
15. GRAVEN, E. H.; ATTOE, O. J.; SMITH, D. Effect of liming and flooding on manganese toxicity in alfafa. *Soil Science Society of America Proceedings*, 29:702-706, 1965.
16. LAMB, C. A. Physiology. In: WHEAT and wheat improvement. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, Inc., 1967. p.181-223.

17. MCKENZIE, R. E. Ability of forages to survive early spring flooding. *Science Agriculture*, 31:358-367, 1951.
18. MOORE, D. P.; KRONSTAD, W. E.; METZGER, R. Screening wheat for aluminum tolerance. In: PROCEEDINGS OF WORKSHOP ON PLANT ADAPTATIONS TO MINERAL STRESSES IN PROBLEM SOILS, Beltsville, Maryland, 1976. Ithaca, Cornell University. p.287-295.
19. MUGWIRA, L. M.; ELGAWHARY, S. M.; PATEL, K. I. Differential tolerances of triticale, wheat, rye, and barley to aluminum in nutrient solution. *Agronomy Journal*, 68:782-787, 1976.
20. STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. Principles and procedures of Statistics. New York, McGraw-Hill Book Company, 1960, 481p.