



# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 41

Campinas, julho de 1982

Artigo n.º 14

## COMPORTAMENTO DE DOIS CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DO MANGANÊS DO SOLO (1)

MANOEL ALBINO COELHO DE MIRANDA (2), HIPÓLITO ASSUNÇÃO ANTONIO MASCARENHAS (2), EDUARDO ANTONIO BULISANI (2), *Seção de Leguminosas*, JOSÉ MARIA AIRES DA SILVA VALADARES (2), *Seção de Pedologia*, e RÚTER HIROCE, *Seção de Química Analítica, Instituto Agrônomo*

### RESUMO

Foi estudado, em casa de vegetação, o comportamento dos cultivares de soja Biloxi e Forrest, em amostras subsuperficiais de Latossolo Roxo distrófico dos municípios paulistas de Campinas, Guaira, Guataparã e Cândido Mota, contendo respectivamente 2,9, 6,4, 11,3 e 12,9 ppm de Mn solúvel em ácido dietilenotriaminopentactico (DTPA). A expressão da toxicidade de Mn foi avaliada 27 dias após o plantio, através de notas atribuídas aos sintomas visuais; produo de matéria seca das raízes e parte aérea; e da análise química da parte aérea. O cultivar Biloxi não apresentou sintomas de toxicidade até ao nível de 6,4 ppm de Mn no solo (Guaira), enquanto o 'Forrest' já os apresentava nesse nível. A medida que se tornavam mais elevados os teores de Mn no solo, mais agudos se apresentavam os sintomas de toxicidade e menor a produo de matéria seca, sendo que o 'Forrest' mostrou muito maior sensibilidade, o que foi confirmado pelo aumento do teor de Mn na parte aérea. Sendo eficiente na absoro do Mn do solo e na manifestao dos sintomas de toxicidade a níveis baixos deste elemento, o 'Forrest' é o cultivar adequado para utilizar como indicador de níveis tóxicos de Mn. A concordância entre as notas atribuídas aos sintomas visuais,  produo de matéria seca e ao ndice (teor de Mn/peso seco), demonstra que as notas podem ser critério apropriado para realizar o "screening" de material genético num programa de melhoramento, para tolerância a Mn tóxico.

### 1. INTRODUO

É sabido que a toxicidade de manganês em solos ácidos, além de prejudicar o desenvolvimento da so-

ja, tem efeito prejudicial e específico sobre a nodulao (9). Solos com teores tóxicos deste elemento têm sido relatados por COUTINHO et alii (6) no Rio Grande do Sul, AL-

(1) Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Ciência do Solo em Salvador (BA) de 30 de agosto a 5 de setembro de 1981. Recebido para publicao a 5 de agosto de 1981.

(2) Com bolsa de suplementao do CNPq.

MEIDA e SFREDO (1) no Paraná e MASCARENHAS et alii (15) em São Paulo. VALADARES & CAMARGO (3) mostraram que, em solos derivados de rochas básicas, os teores de Mn extraído com DTPA de amostragem do horizonte B, variaram de 4 a 24 ppm.

Trabalhos têm indicado que há variação de comportamento entre as espécies de plantas aos níveis tóxicos de Mn (2, 14, 18). Evidências de diferenças entre cultivares à elevada concentração de Mn existem em trigo (7), algodão (8) e alfafa (21). Em soja, tanto HEENAN & CARTER (10) quanto CARTER et alii (5) demonstraram que o 'Bragg' é muito suscetível e, 'Lee', bastante tolerante à toxicidade de manganês. BROWN & JONES (4) confirmam essas observações, incluindo o 'Forrest' também como bastante suscetível ao Mn. Em trabalho mais recente, OHKI et alii (19) incluíram também esse cultivar entre aqueles para estudar o efeito da deficiência de Mn em solução nutritiva. Foi observado que, exceto o 'Forrest', os demais cultivares testados mostraram-se sensíveis à deficiência de Mn em níveis extremamente baixos.

Na maioria dos experimentos de competição de cultivares de soja conduzidos em Latossolo Roxo, no Estado de São Paulo, pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomico, o 'Forrest' foi o único que mostrou sintomas de necroses de nervura e enrugamento de folhas. Por outro lado, estudos feitos em solução nutritiva (16) com os cultivares Biloxi, Davis e Santa-Rosa mostra-

ram que o primeiro foi o mais tolerante ao Mn.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento dos cultivares Biloxi e Forrest em solos com diferentes teores de Mn obtidos de quatro localidades paulistas.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado em casa de vegetação, utilizando-se amostras de Latossolo Roxo distrófico provenientes de quatro municípios paulistas, em um esquema estatístico de parcelas subdivididas casualizadas, com seis repetições. Foi aplicado um grama de sal  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  por vaso com 4 kg de terra. As amostras do solo foram coletadas de 20 a 40cm de profundidade, misturando-se bem o sal com o solo. Em seguida, foram tiradas amostras de solo para efetuar a análise química, segundo os métodos de RAIJ & ZULLO (22). Os teores de Mn foram obtidos pelo método preconizado por LINDSAY & NORWELL (13), usando como solução extratora o DTPA-TEA a pH 7,3, e a determinação por espectrofotometria de absorção atômica, sendo os resultados apresentados no quadro 1. Pelo fato de a temperatura influir na manifestação dos sintomas de toxicidade de Mn (11), o ensaio foi conduzido nos meses mais frios, quando a temperatura do ar registrada em termógrafo variou de 15 a 26°C durante a execução do experimento. O plantio foi realizado a 7 de julho de 1980, com quatro sementes de cada cultivar Forrest e Biloxi por vaso, sendo

(3) VALADARES, J. M. A. & CAMARGO, O. A. Manganês em solos do Estado de São Paulo. (Comunicação pessoal)

efetuado desbaste posterior para uma planta de cada cultivar por vaso. Na época da coleta de plantas, foram dadas notas, de acordo com a seguinte escala:

Nota 1: sintomas de necrose e enrugamento a partir das folhas primárias;

Nota 2: sintomas de necrose e enrugamento a partir da primeira folha trifoliada;

Nota 3: sintomas de necrose e enrugamento a partir da segunda folha trifoliada;

Nota 4: sintomas de necrose e enrugamento a partir da terceira folha trifoliada;

Nota 5: ausência de sintomas por ocasião da coleta da parte aérea.

Vinte e sete dias após o plantio, tanto a parte aérea como a radicular foram coletadas, lavadas com água comum e, em seguida, com água destilada, secas a 60°C e pesadas. A amostra da parte aérea das plantas, após o seu devido preparo, foi submetida à análise química, segundo a metodologia descrita por BATALIA et alii (3).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras dos solos em estudo mostraram teores elevados de fósforo e potássio, enquanto os teores de Ca e Mg disponíveis são baixos, exceto para a amostra de Campinas, conforme é apresentado no quadro 1. O teor de alumínio na amostra de Cândido Mota é elevado, verificando-se ainda que, à medida que decresce o teor de cálcio, aumenta o de Mn.

As notas do quadro 2 indicam que, no solo de Campinas, os dois cultivares em estudo não mostraram nenhum sintoma de toxicidade de manganês, tendo o solo apresentado 2,9 ppm de Mn solúvel em DTPA. No solo de Guaira, 'Forrest' apresentou sintomas iniciais de toxicidade de Mn, os quais consistem em enrugamento foliar com necrose da nervura, enquanto em 'Biloxi' não se manifestaram tais sintomas, mesmo sendo o teor de Mn solúvel em DTPA cerca de 2,2 vezes superior ao de Campinas. Pelos sintomas apresentados, o efeito de toxicidade ao 'Forrest' foi drástico no solo de Guataparã, e mais acentuado ainda em Cândido Mota (Figura 1). Nos solos desses dois municípios, o cultivar Forrest mostrou, além de enrugamento foliar, a necrose da nervura, manchas de coloração escura e nanismo da planta com internódios curtos, enquanto no Biloxi esses sintomas foram mais moderados. Observa-se também que os teores de Mn no solo de Guataparã e de Cândido Mota foram quatro vezes maiores em relação aos do de Campinas.

A análise de variância de peso seco da parte aérea e das raízes mostrou que houve diferenças de comportamento de cultivar independente do solo. A interação cultivar x solo foi significativa a 5%, indicando que os cultivares tiveram comportamento diferente nos quatro solos estudados. Ainda pelo quadro 2, observa-se que, no solo de Campinas, as diferenças são significativas, tanto para peso seco da parte aérea como para o das raízes, entre 'Biloxi' e 'Forrest', sendo essas diferenças inercientes ao fator cultivar. O mesmo

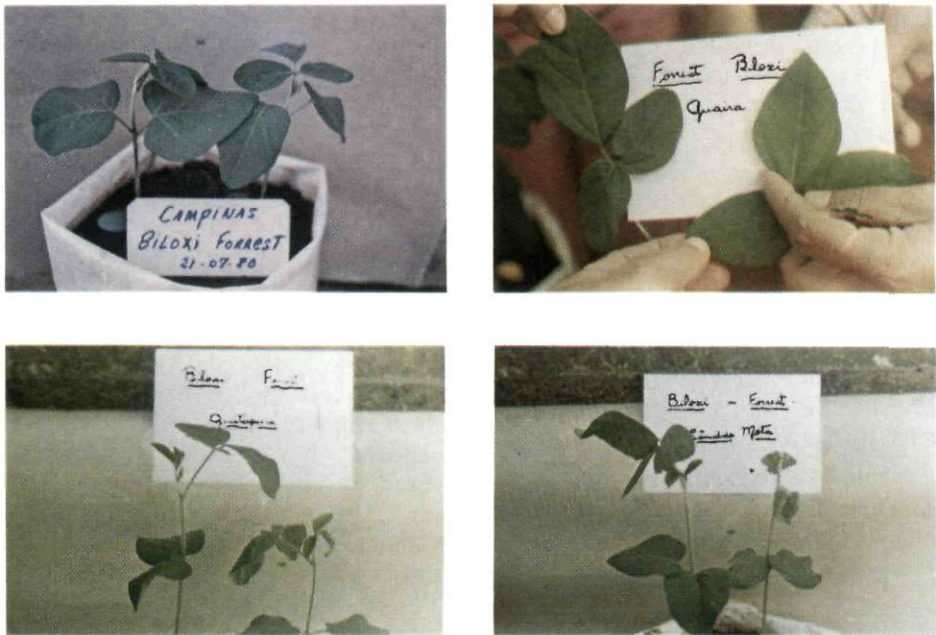


Figura 1. — Comportamento dos cultivares Biloxi e Forrest em solos de Campinas, Guaíra, Guataparã e Cândido Mota

pode ser dito para os cultivares em solo de Guaíra, apesar de o Forrest ter apresentado pouco sintoma de toxicidade de Mn, o qual, todavia, não afetou a produção de matéria seca da parte aérea ou das raízes. Para os solos de Guataparã e Cândido Mota, o cultivar Biloxi apresentou redução de peso da parte aérea da ordem de 1,75 e 1,57 vez, quando comparado com os dados de Campinas, e no 'Forrest' esta redução foi 3,21 e 2,64 vezes respectivamente. Verifica-se certa concordância entre as notas dadas para sintomas visuais de toxicidade de Mn e quantidade de matéria seca da parte

aérea produzida pelos cultivares. A toxicidade de Mn reduziu o peso seco das raízes de Forrest nos solos de Guataparã e Cândido Mota em aproximadamente cinco vezes, quando comparado com o de Campinas. Os altos teores de manganês no solo de Guataparã e Cândido Mota induziram elevados teores deste elemento na parte aérea, conforme pode ser observado no quadro 3. Os teores determinados são considerados tóxicos para as plantas de soja (19) e o cultivar Forrest mostrou ser bastante suscetível à toxicidade de Mn.

A análise química da parte aérea das plantas dos dois cultivares

QUADRO 1 — Análise química do solo na camada 20-40cm de profundidade

Localidade	pH	M.O.	P	K+	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn
μg/ml								
Campinas	6,8	1,3	12,0	164	2,0	0,5	0,0	2,9
Guaira	5,4	4,5	20,4	200	1,5	0,5	0,0	6,4
Guataparã	5,8	3,2	19,1	112	1,1	0,4	0,4	11,3
Cândido Mota	5,0	2,2	21,7	172	0,6	0,4	1,4	12,9

QUADRO 2 — Notas sobre aspecto vegetativo e mdias de peso seco da parte aérea e das raizes dos cultivares Biloxi e Forrest em solos de quatro localidades

Cultivar	Localidades				Mdia
	Campinas	Guaira	Guataparã	Cândido Mota	
Biloxi	5,0	Notas sobre aspecto vegetativo			4,4
		5,0	4,3	3,5	
Forrest	5,0	Peso seco da parte aérea — g/planta			3,2
		4,2	2,3	1,5	
Biloxi	1,21a	Cândido Mota			0,98a
		1,23a	0,69a	0,77a	
Forrest	1,03b	Cândido Mota			0,72b
		1,11b	0,32b	0,39b	
Biloxi	0,58a	Peso seco das raizes — g/planta			0,46a
		0,56a	0,34a	0,34a	
Forrest	0,44b	Cândido Mota			0,28b
		0,48b	0,09b	0,09b	

Diferenças significativas, pelo teste t a 5%, entre Biloxi e Forrest, são expressas por letras diferentes nos valores de cada coluna.

QUADRO 3 — Teor de nutrientes e de alumínio na parte aérea dos cultivares de soja Biloxi e Forrest, cultivados em vasos com solos de quatro localidades

Local	Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Al		
											%	
Campinas	Biloxi	2,68	0,195	2,05	1,28	0,32	67	152	20,5	165		
	Forrest	2,57	0,195	2,29	1,21	0,33	61	148	21,4	128		
Guaira	Biloxi	3,06	0,159	2,28	0,69	0,31	110	119	24,2	113		
	Forrest	3,25	0,178	2,57	0,72	0,34	115	114	23,6	103		
Guataparã	Biloxi	5,39	0,121	2,14	0,89	0,31	365	137	19,9	115		
	Forrest	5,39	0,248	2,80	1,02	0,38	418	116	30,0	82		
Cândido Mota	Biloxi	5,39	0,174	2,55	0,42	0,30	679	114	21,4	195		
	Forrest	6,42	0,269	3,57	0,48	0,40	701	110	33,2	334		

nas quatro localidades (Quadro 3) revelou que houve maior concentração de nitrogênio onde apareceram sintomas de toxicidade de Mn, isto é, em Guataparã e Cândido Mota. Notou-se também maior concentrao de fósforo e potássio no cultivar Forrest desenvolvido nos solos destas duas localidades, o qual sofreu ainda os maiores danos com a toxicidade de Mn. Conforme a tabela de Jones, citada por OHLROGGE & KAMPRATH (20), os teores de Mn em 'Biloxi' e 'Forrest', em solos de Campinas, estão em níveis suficientes; em Guaíra, em níveis elevados; e em Guataparã e Cândido Mota, em níveis excessivos, que causaram, em ambos, os sintomas de toxicidade já mencionados. Observa-se, ainda, que os teores de Mn na parte aérea nos dois cultivares correspondem ao aumento no teor deste elemento, verificado no solo (Quadro 1). Segundo os critérios mencionados (20), os teores de Ca, Mg, Zn e Fe estão em níveis suficientes para ambos os cultivares nas quatro localidades.

Os dados do quadro 4 referem-se às quantidades de Mn absorvidas

pelas plantas de Biloxi e Forrest e a um ndice considerado a partir da relao entre o teor de Mn da parte aérea e o peso desta (17). Observa-se que, nos solos de Guataparã e Cândido Mota, 'Biloxi' absorveu aproximadamente duas vezes mais Mn que 'Forrest'; entretanto, este último foi mais afetado em seu desenvolvimento pela toxicidade. Comparando-se, todavia, os índices calculados, verifica-se a concordância com os valores das notas e de peso seco apresentados no quadro 2. Essa concordância vem confirmar que a utilizao do critério de notas  uma ferramenta importante para o melhorista executar o "screening" de materiais genéticos resistentes à toxicidade de Mn, ao invés de verificar o peso de matéria seca e os teores nas plantas, que são métodos demorados e onerosos.

Conforme relatado por OHKI et alii (19), 'Forrest', em soluço nutritiva que continha uma quantidade mínima de Mn, foi o único, dentre os cultivares testados, que não mostrou deficiência de Mn, o que comprova que ele é eficiente em absorvê-

QUADRO 4 — Absoro de Mn e relao entre os teores de Mn e o peso seco da parte aérea

Cultivar	Campinas	Guaíra	Guataparã	Cândido Mota
	$\mu\text{g/planta}$			
Biloxi	81	135	252	522
Forrest	62	127	133	273
	Teores de Mn/peso seco			
Biloxi	56	90	529	882
Forrest	60	104	1.307	1.798

-lo. Em Guaíra, foram observados sintomas de toxicidade de Mn, apesar de não terem ocorrido interferências na produção de matéria seca da parte aérea (Figura 1). Como a análise de solo em relação ao teor de Mn não é um critério útil para leguminosas (12) e a foliar é demo-

rada e onerosa, sugere-se a utilização do cultivar Forrest como planta indicadora da toxicidade de Mn no solo (Latossolo Roxo distrófico).

Quanto ao 'Biloxi', os dados obtidos referentes à sua tolerância a elevados níveis de Mn confirmam os de MASCARENHAS et alii (16).

## DIFFERENTIAL MANGANESE TOLERANCE OF TWO SOYBEAN CULTIVARS

### SUMMARY

A pot study was made in the greenhouse using soybean cultivars Biloxi and Forrest and sub-soil samples of Dusky Red Latosol dystrophic soil of four counties namely Campinas, Guaira, Guataparã and Cândido Mota of the State of São Paulo, which contained 2.9, 6.4, 11.3 and 12.9 ppm of DTPA pH 7.3 soluble Mn. The Mn toxicity was evaluated 27 days after planting for visual symptoms, dry matter production of above ground parts and roots, and chemical analyses of dry matter of above ground parts. The cultivar Biloxi did not show visual symptoms at the 6.4 ppm level of Mn in the soil (Guaira) whereas Forrest showed initial symptoms of Mn toxicity at this level. As the Mn availability in the soil increased there was greater evidence of Mn toxicity symptoms and less dry matter production. The cultivar Forrest showed to be most affected by Mn toxicity which was confirmed by increase in the Mn concentration of dry matter of the above ground parts. As Forrest showed to be more efficient in the uptake of Mn from the soil and also showed visual symptoms of toxicity at low levels it can be used as an indicator of Mn in the soil. A good relationship between scores given for visual symptoms, dry matter production for the above ground parts, and the index (Mn concentration/dry matter production) shows the possibility, that scores for visual symptoms of Mn toxicity can be utilized efficiently, for screening genetic material tolerant to Mn in a soybean breeding program.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRFICAS

1. ALMEIDA, A. M. R. & SFREDO, D. J. Encrespamento foliar e nanismo de plantas de soja associadas  toxicidade de manganês. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 4:333-335, 1979.
2. ANDREW, C. S. & HEGARTY, M. P. Comparative response of manganese to excess of eight tropical and four temperate legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 20:687-696, 1969.
3. BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. Análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronmico, 1978. 32p. (Circular, 87)
4. BROWN, J. C. & JONES, W. E. Fitting plants nutritionally to soils. I. Soybeans. *Agronomy Journal*, 69:299-404, 1977.
5. CARTER, O. G.; ROSE, I. A.; READING, P. F. Variation in susceptibility to manganese toxicity in 30 soybeans genotypes. *Crop Science*, 15:730-732, 1975.
6. COUTINHO, C.; FREIRE, J. R. J.; VIDOR, C. Comportamento de variedade de soja em relao à toxicidade de Al e Mn de solo ácido do Rio Grande do Sul. *Agronomia Sulriograndense*. Porto Alegre, 5:133-141, 1971.



7. FOY, C. D. & SCHWARTZ, J. W. Opposite aluminum and manganese tolerance of two wheat varieties. *Agronomy Journal*, 65:123-126, 1973.
8. ———; FLEMING, A. L.; ARMINGER, W. H. Differential tolerance of cotton varieties to excess manganese. *Agronomy Journal*, 61:690-694, 1969.
9. FRANCO, A. A. & DÖBEREINER, J. Toxidez de manganês de um solo ácido na simbiose soja-rhizobium. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 6:57-66, 1971.
10. HEENAN, D. P. & CARTER, O. G. Tolerance of soybean cultivars to manganese toxicity. *Crop Science*, 16:389-391, 1976.
11. ——— & ———. Influence of temperature on the manganese toxicity by two soybean varieties. *Plant and Soil*, 47:219-227, 1977.
12. HELYAR, R. R. Effects of aluminum and manganese toxicities on legume growth. In: ANDREW, C. S. & KAMPRATH, E. J. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. p.207-231.
13. LINDSAY, W. L. & NORWELL, W. A. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Agronomy Abstracts*, 1969. p.84.
14. LOHNIS, M. P. Manganese toxicity in field and market garden crops. *Plant Soils*, 3:193-222, 1951.
15. MASCARENHAS, H. A. A.; BRAGA, N. R.; BULISANI, E. A.; TEIXEIRA, C. T.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. Efeito do corretivo sobre soja cultivada em solo de cerrado contendo Al e Mn. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, DF, 1981. Resumos. p.171.
16. ———; MIRANDA, M. A. C.; RAMOS, L. C. S.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C. Comportamento diferencial de três cultivares de soja em diversos níveis de manganês. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15., Campinas, 1982. Resumos. p.22. (Resumo 60)
17. MORAES, F. R. P. de; GALLO, J. R.; IGUE, T.; FIGUEIREDO, J. I. Efeito de três fertilizantes acidificantes sobre a concentração de alumínio e de manganês em folhas e raízes de cafeeiros. *Bragantia*, Campinas, 38:7-17, 1979.
18. MORRIS, H. D. & PIERRÉ, W. H. Minimum concentration of manganese necessary for injury to various legumes in culture solution. *Agronomy Journal*, 41:107-113, 1949.
19. OHKI, K.; WILSON, D. O.; ANDERSON, O. E. Manganese deficiency and toxicity sensitivities of soybeans cultivars. *Agronomy Journal*, 72:713-716, 1980.
20. OHLROGGE, A. J. & KAMPRATH, E. S. Fertilizer use in soybeans. In: DINAUER, R. C., ed. Changing patterns in fertilizer use. Madison, Wisconsin, U.S.A., Soil Science Society of America, 1968. p.288.
21. QUELETTE, G. J. & DESSUAREUX, L. Chemical composition of alfafa as related to degree of tolerance of manganese and aluminum. *Canadian Journal of Soil Science*, 38:206-215, 1958.
22. RAIJ, B. van & ZULLO, M. A. T. Métodos de análise de solo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1977. 16p. (Circular, 63)