

NOTA

LINHAGEM DE SOJA TOLERANTE A ALTO TEOR DE MANGANÊS ⁽¹⁾

HIPÓLITO ANTONIO ASSUNÇÃO MASCARENHAS ^(2,5), ROBERTO TETSUO TANAKA ^(2,5),
MANOEL ALBINO COELHO DE MIRANDA ⁽²⁾, QUIRINO AUGUSTO
DE CAMARGO CARMELLO ⁽³⁾ e FÁBIO ÁLVARES DE OLIVEIRA ⁽⁴⁾

RESUMO

Uma das inviabilidades econômicas da agricultura praticada em solos de baixa fertilidade é a acidez elevada que geralmente resulta em toxicidade de manganês (Mn) às plantas. O desenvolvimento de cultivares tolerantes a essa limitação química do solo resultará em benefícios sociais, pela redução do custo de produção. Com esse objetivo, foi desenvolvido um experimento com a linhagem de soja que mostrara, em ensaio preliminar, tolerância a altos teores de Mn em solução nutritiva. O cultivar IAC-Foscarin 31, que deu origem à linhagem, foi ensaiado como testemunha. Ambos os genótipos foram cultivados em vasos contendo latossolo roxo com excessiva disponibilidade de Mn. As plantas da linhagem foram sempre vigorosas, três vezes mais altas do que as do IAC-Foscarin 31, e sem sintomas de toxicidade de Mn nas folhas; as raízes mostravam coloração normal com nodulação. O cultivar IAC-Foscarin 31 apresentava plantas baixas, folhas encarquilhadas com superfície irregular; a raiz principal e algumas secundárias mostravam coloração preta e tecido necrosado, indicando o efeito de toxicidade. A parte aérea e as raízes das plantas da linhagem continham, respectivamente, 33 e 15% a mais de Mn, enquanto, na absorção, os valores foram superiores 60 e 46%, respectivamente, quando comparado ao cultivar IAC-Foscarin 31, indicando que a linhagem foi também mais tolerante à alta disponibilidade de Mn no solo.

Termos de indexação: soja, genótipos, manganês, tolerância, toxicidade.

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XXI Congresso de Fertilidade do Solo em Petrolina (PE), de 27 de agosto a 2 de setembro de 1994. Recebido para publicação em 16 de março e aceito em 30 de junho de 1994.

⁽²⁾ Seção de Leguminosas, Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽³⁾ Departamento de Química, ESALQ, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba (SP).

⁽⁴⁾ Pós-graduando em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ.

⁽⁵⁾ Com bolsa de pesquisa do CNPq.

ABSTRACT**SOYBEAN BREEDING LINE TOLERANTE TO HIGH MANGANESE CONCENTRATION**

One of the obstacles of agriculture practiced in soil of low fertility is soil acidity and generally involves manganese toxicity in plants. The development of cultivars tolerant to Mn would be beneficial to farmers due to reduction in use of liming and consequently reduction in the cost of production. With this objective a preliminary experiment was conducted in nutrient solution which showed that the breeding line was highly tolerant to Mn. This breeding line originated from the cultivar IAC-Foscarin 31. Both the genotypes were planted in a pot experiment conducted in the greenhouse, in a Red Dusky Latosol soil with high Mn concentration. The results showed that the genotype tolerant had a vigorous vegetative growth attaining a height three times that of the normal genotype and without symptoms of Mn toxicity in the leaves and with roots showing normal colour with nodules. The normal genotype (IAC-Foscarin 31) showed dwarf plants with thick stems and crinkled leaves, typical of Mn toxicity symptoms. The taproot and some secondary roots showed dark colouration showing necroses of the tissue due to Mn toxicity. The concentration of Mn in the above ground parts and roots contained 33 and 15% more concentration than the normal genotype and the quantity of Mn absorbed was also 60 and 46% more than IAC-Foscarin 31 showing that the soybean breeding line is extremely tolerant to high Mn content in the plants.

Index terms: soybeans, breedingline, manganese, tolerance, toxicity.

No Estado de São Paulo, Mascarenhas et al. (1982a) constataram, em latossolo roxo distrófico de Guaíra, que o alumínio não era o elemento limitante da produtividade da soja, mas o Mn. Trabalhos posteriores de Mascarenhas et al. (1982b), Quaggio et al. (1982) e Gallo et al. (1986) corroboraram aquela constatação. A quantidade de cálcio necessária para eliminar ao nível não tóxico o Mn do solo pode chegar ao dobro daquela do alumínio, o que aumentaria o custo de produção. Considerando, entre outras opções, a da adaptação de genótipos de soja ao meio ácido e com alto teor de Mn no solo, Mascarenhas & Camargo (1988) desenvolveram um método para selecionar os materiais mais tolerantes àquelas condições em solução nutritiva.

Em ensaio de solução nutritiva para selecionar cultivares precoces de soja a altos teores de Mn, foi observado que certas plântulas do cultivar IAC-Foscarin 31 mostraram tolerância. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento das plantas

originárias das sementes dessa linhagem, quando cultivadas em latossolo roxo com alto teor de Mn.

Material e Métodos

Uma linhagem de soja 'IAC-Foscarin 31', que mostrara tolerância a altos teores de Mn em solução nutritiva, foi cultivada em casa de vegetação da Seção de Leguminosas do IAC. O cultivo foi efetuado em vasos contendo latossolo roxo de Campinas e cuja característica química, após a autoclavagem, apresentava: pH em CaCl₂, 5,0; matéria orgânica, 3,3%; P em resina, 22 µg/cm³; K, 0,51; Ca, 4,6, e Mg, 2,1 em meq/100 cm³, e Mn, 198 mg/kg. A autoclavagem do solo (duas horas a 120°C) teve a finalidade de aumentar a disponibilidade de Mn, a fim de torná-lo em nível tóxico às plantas, conforme relatado por Lopes & Wollum (1976). O cultivo foi efetuado sem a aplicação de corretivo e nutrientes, em virtude de a análise indicar a inutilidade daquela prática.



Figura 1A: À esquerda, plantas do cultivar IAC-Foscarin 31 mostrando sintomas de toxicidade de Mn nas folhas (encarquilhamento); à direita, plantas da linhagem do IAC-Foscarin 31, sem sintomas de toxicidade, obtidas em solução nutritiva; B: da esquerda para a direita: folíolos dos cultivares Paraná, IAC-Foscarin 31 e linhagem do IAC-Foscarin 31, com gradiente negativo de toxicidade de Mn, obtidos em solução nutritiva; C: À esquerda, raízes da linhagem do 'IAC-Foscarin 31', com coloração normal e nodulação; à direita, raízes do 'IAC-Foscarin 31', pretas e sem nodulação, obtidas do solo; D: À esquerda, plantas da linhagem do cultivar IAC-Foscarin 31 bem desenvolvidas e sem encarquilhamento; à direita, cultivar IAC-Foscarin 31, com pequeno porte, indicando sensibilidade a alto teor de Mn no solo.

O esquema experimental foi de blocos ao acaso com oito repetições. Os tratamentos constituíram-se do cultivar de soja IAC-Foscarin 31 (como testemunha) e de sua linhagem, que, em experimento preliminar, havia mostrado tolerância à alta concentração de Mn em solução nutritiva. O cultivar IAC-Foscarin 31 tem crescimento indeterminado, pubescência cinza, flor branca e semente amarelada, enquanto a sua linhagem diferiu somente pelas sementes mais escuras, as quais foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* para a nutrição nitrogenada. Este trabalho foi iniciado em 30 de junho de 1992, época de temperaturas mais baixas, cujas condições são ideais para que se manifestem os sintomas de toxicidade de Mn nas folhas. Dez dias após a germinação, as plântulas foram desbastadas, deixando-se quatro/vaso. Para que os tratamentos tivessem um ambiente o mais uniforme possível, foi feito diariamente o rodízio dos vasos.

Na época de florescimento, as plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas com água destilada, secas a 60°C em estufa durante três dias, pesadas e moídas, sendo determinadas as concentrações de K, Ca, Mg e Mn pelo método de Sarruge & Haug (1974). O mesmo procedimento foi feito com as raízes.

Resultados e Discussão

As figuras 1A e 1B ilustram (ensaio preliminar em solução nutritiva) a ausência de sintomas de toxicidade causados pelo Mn na concentração de 4 mg/l, sobre a linhagem do cultivar IAC-Foscarin 31, selecionada como um dos genótipos do presente trabalho. No ensaio em vasos, observou-se, desde o início, que as plantas da linhagem foram sempre mais vigorosas do que as do cultivar, atingindo altura três vezes maior, conforme Figura 1D. Além de menor desenvolvimento, as plantas de IAC-Foscarin 31 produziram hastes grossas e folhas encarquilhadas, com superfície irregular, semelhante a sintomas de ataque do vírus do mosaico comum que ocorrem em solos com altos teores de Mn, mostrando sintoma de toxicidade (Almeida & Sfredo, 1979). Ao contrário, a linhagem do cultivar IAC-Foscarin 31 apresentou, além de desenvolvimento vegetativo normal, folhas sem sintomas de toxicidade de Mn em ambas as faces. Outra característica diferencial entre os dois genótipos foi que a linhagem do IAC-Foscarin 31 apresentou boa nodulação e raízes de coloração normal, conforme pode ser visto na Figura 1C, enquanto o outro não teve nódulos e a raiz principal e algumas secundárias apresentaram cor preta, sintomas de necrose nos tecidos, resultado de danos fisiológicos pela toxicidade de Mn.

Quadro 1. Produção de matéria seca, concentração e absorção de elementos químicos da parte aérea e raiz de dois genótipos de soja cultivados em vasos contendo latossolo roxo com alto teor de Mn

Análises	Parte aérea (¹)		Raiz (¹)	
	IAC-FOS-31	IAC-FOS-31-1	IAC-FOS-31	IAC-FOS-31-1
M.S. g/vaso	1,09	1,30	0,22	0,28
K%	1,44	1,78	1,60	2,22
Ca%	2,03	2,71	0,54	0,87
Mg%	0,57	0,78	0,29	0,42
Mn ppm	1.482	1.971	2.858	3.277
K mg/vaso	15,70	23,14	3,52	6,22
Ca " "	22,13	35,23	1,19	2,44
Mg " "	6,21	10,14	0,64	1,18
Mn " "	1,60	2,56	0,63	0,92

(¹) As variâncias de todas as análises apresentaram diferenças significativas ao nível de $\leq 5\%$ pelo teste F.

Pelos dados do quadro 1, nota-se que a linhagem produziu 19 e 27% a mais de matéria seca de parte aérea e raízes, respectivamente, do que o cultivar que o originou, o IAC-Foscarin 31, considerado tolerante entre os cultivares precoces (Mascarenhas et al., 1990). Saliente-se que uma das medidas da sensibilidade das plantas às condições do meio ambiente é a produção de fitomassa. Naqueles tecidos, observam-se, tanto nos teores quanto nas quantidades absorvidas de K, Ca e Mg, valores maiores na linhagem do que no IAC-Foscarin 31. Os teores de Mn na parte aérea e nas raízes da linhagem são 33 e 15% superiores aos do cultivar IAC-Foscarin 31, enquanto as absorções de Mn foram 60 e 46% superiores, respectivamente, o que comprova que a nova linhagem é também bastante tolerante a altos teores desse elemento no solo. Segundo Peck (1979), os teores suficientes de Mn nas folhas de soja estão entre 21 e 100 mg/kg e o excessivo, quando superior a 250 mg/kg. Por apresentar essas características, aquela linhagem pode ser considerada uma fonte alternativa de tolerância ao Mn, no programa de melhoramento, para desenvolvimento de novos cultivares adaptados a solos relativamente ácidos com teores considerados nocivos de Mn.

AGRADECIMENTOS

São expressos ao Sr. Francisco Vidal Filho, pela condução do ensaio, e à Técnica de Apoio à Pesquisa, Sr.^a Virginia Maria Barbosa Villar, pelo preparo do ensaio e análises dos materiais vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.M. & SFREDO, G.J. Encrespamento foliar e nanismo de plantas de soja, associadas à toxidez de manganês. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, **4**:333-335, 1979.
- GALLO, P.B.; MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J.A. & BATAGLIA, O.C. Resposta diferencial das culturas de soja e sorgo à calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **10**:253-258, 1986.
- LOPES, A.S. & WOLLUM, A.G. Comparative effects of methylbromide, propylene oxide, and autoclave sterilization on specific soil chemical characteristics. *Turrialba*, Costa Rica, **26**(4):351-355, 1976.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; BATAGLIA, O.C.; BULISANI, E.A.; FEITOSA, C.T. & HIROCE, R. Efeito do corretivo sobre soja cultivada em solo de cerrado contendo Al e Mn. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, EMBRAPA-CNPSO, 1982a. v.2, p.567-573.
- MASCARENHAS, H.A.A. & CAMARGO, C.E.O. Methods of screening soybean cultivars to manganese toxicity and the influence of temperature. In: WEBB, M.J.; NABLE, R.O.; GRAHAM, R.D. & HANNAN, R.J., eds. INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN MANGANESE IN SOIL AND PLANTS, 1., Adelaide, 1988. *Proceedings*. Adelaide, 1988. p.123-125.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; TANAKA, R.T.; FALIVENE, S.M.P. & DECHEN, A.R. Comportamento de cultivares precoces de soja em solução nutritiva contendo diferentes níveis de manganês. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **25**(4):609-615, 1990.
- MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. de & TEIXEIRA, J.P.F. Respostas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de doses de calcário em solo latossolo roxo distrófico de cerrado. I. Efeito imediato. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, EMBRAPA-CNPSO, 1982b. v.2, p.1007-1012.
- PECK, T.R. Plant analysis for production agriculture. In: SOIL PLANT ANALYSIS WORKSHOP, 7., Bridgetown, 1979. *Proceedings*. Bridgetown, 1979. p.1-45.
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. & BATAGLIA, O.C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em latossolo roxo distrófico de cerrado. II. Efeito residual. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **6**:113-118, 1982.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análise de planta*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 57p. (Datilografado)