

EFEITOS DOS EXCESSOS DE ALUMÍNIO, CLORO E MANGANÊS
EM DOIS CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) *

E. MALAVOLTA **

E. de FREITAS JR., F. ANDREOLA, F.S. CAVALCANTE,
F.A.M. SOLIS, J.M. FERNANDES, G.A. SANTOS,
G. BERTOLOTTI, H.M. CABRINI, H.C. CARVALHO Fº,
H.J. ROCHELLE, I.M.S. VIEIRA, I.S. MACHADO,
I.E. EIMORI, I. ANDRIOLI, I.S. RIBEIRO,
J. KAMINSKI, J.A. JORGE, J.E.R. CARVALHO' ***

RESUMO

Dois cultivares de soja, Santa Rosa e UFV-1, foram cultivados em solução nutritiva na presença de excesso de alumínio, cloro e manganês. Além de provocar o aparecimento de sintomas foliares (cloro e manganês) ou radiculares (alumínio), os elementos em excesso causaram diminuições no crescimento e impediram a produção de vagens. A análise mineral das folhas mostrou a influência dos tratamentos na composição do tecido.

* Recebido para publicação em 16/10/1980.

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

*** Alunos de pós graduação, LQI 860, Nutrição Mineral de Planta.

INTRODUÇÃO

São bem conhecidos no País os efeitos desfavoráveis de altos teores de alumínio e de manganês no solo na nodulação, crescimento e produção da soja em solos ácidos (GOEPFERT *et alii*, 1974; GOEPFERT, 1977; MUZILLI *et alii*, 1978). BATAGLIA *et alii* (1977) atribuíram sintomas de "queima" que apareceram nas folhas da soja em período de estiagem ao excesso de cloreto.

No presente trabalho, procurou-se estudar comparativamente o efeito dos excessos de Al, Cl e Mn em dois cultivares de soja, em condições controladas.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas dos cultivares Santa Rosa e UFV-1 foram cultivadas em solução nutritiva "completa" e com excessos de Al, Cl e Mn. Na primeira, como nas demais, os macronutrientes foram fornecidos nas seguintes concentrações em milimoles / litro: N-10, P-1, K-3, Ca-3, Mg-1, S-1. Os micronutrientes no tratamento "completo" foram aplicados segundo HOAGLAND & ARNON (1950). O alumínio, no tratamento correspondente, foi acrescentado na dose de 24 ppm; a solução no caso apresentava 0,1 milimoles de P. A dose excessiva de cloro foi de 1750 ppm (50 milimoles). A dose excessiva, finalmente foi a de 25 ppm (50 vezes a empregada no tratamento "completo"). As soluções contidas em vasos de plástico de 2,5 litros de capacidade eram continuamente arejadas; a renovação se dava cada duas semanas exceto no tratamento+Al onde se fazia com maior frequência.

As plantas dos tratamentos com excessos foram colhidas quando se tornaram acentuados os sintomas de toxidez o que sempre ocorreu antes do estágio de formação de vagens. As do tratamento "completo", entretanto, foram-no quando do período de crescimento das vagens.

A matéria seca dos diferentes órgãos foi pesada.

Nas folhas se fizeram determinações dos elementos de interesse usando-se métodos convencionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas de toxidez observados podem ser descritos como se segue:

alumínio:

clorose nas folhas mais velhas semelhantes à provocada por falta de P; sistema radicular menos desenvolvido; espessamento e diminuição no número de pelos absorventes; escurecimento e morte de parte do sistema radicular "coraloide";

cloro:

amarelecimento internerval das folhas mais velhas e necrose esbranquiçada das margens que se enrolam para cima;

manganês:

clorose internerval das folhas mais novas seguida do aparecimento de numerosas pontuações pardas que depois coalesciam; envergamento ou encrespamento dos folíolos.

Os sintomas descritos estão de acordo com a literatura no caso dos excessos de Al e Mn (ver MALAVOLTA, 1980, pp. 227-231); os de toxidez de cloro concordam com o observado por MALAVOLTA & EIMORI (não publicado).

A Tabela 1 mostra a influência dos tratamentos na acumulação de matéria seca. Verifica-se que:

- (1) o cv. Santa Rosa foi menos afetado pela toxidez que a var. UFV-1;
- (2) o efeito tóxico, qualquer que seja o cultivar obedeceu à seguinte ordem decrescente:

Mn Al Cl.

Tabela 1 - Efeitos dos tratamentos na produção de matéria seca (g/planta, médias de 4 repetições)*

Parte da planta	Tratamentos			
	Completo	+ Al	+ Cl	+ Mn
Raízes				
Santa Rosa	4,80	1,42	2,35	0,21
UFV-1	7,52	1,06	3,05	0,59
Caule + ramos				
Santa Rosa	12,68	2,50	7,18	1,41
UFV-1	24,42	2,40	6,88	1,26
Folhas				
Santa Rosa	13,25	3,50	7,88	2,42
UFV-1	23,45	4,68	9,08	1,91
Vagens				
Santa Rosa	7,48	-	-	-
UFV-1	6,80	-	-	-
Total				
Santa Rosa	38,21	7,42	17,41	4,54
UFV-1	62,19	8,14	19,01	3,76
Relativo				
Santa Rosa	100	19	45	12
UFV-1	100	13	31	6

* d.m.s. (5%) - raízes 0,95; caule + ramos 2,35; folhas 3,00
C.V. % - raízes 14; caule + ramos 12; folhas 16.

O efeito dos tratamentos na composição mineral das folhas é dado na Tabela 2. O excesso de Al reduziu o teor de P nas folhas o que deve ser causado pelo conhecido bloqueio no transporte a longa distância (ver MALAVOLTA *et alii*, 1977, pp.283-4); os aumentos relativos nos teores de cátions se ex

Tabela 2 - Efeito dos tratamentos na composição mineral das folhas (média de 4 repetições)

Elemento	Tratamentos			
	Completo	+ Al	+ Cl	+ Mn
P %				
Santa Rosa	0,24	0,12	n.d.	n.d.
UFV-1	0,26	0,18	n.d.	n.d.
K %				
Santa Rosa	1,48	3,72	n.d.	n.d.
UFV-1	1,32	4,27	n.d.	n.d.
Ca %				
Santa Rosa	1,47	1,75	n.d.	2,29
UFV-1	1,28	2,07	n.d.	2,68
Mg %				
Santa Rosa	0,32	0,74	n.d.	0,42
UFV-1	0,23	0,55	n.d.	0,53
Cl ppm				
Santa Rosa	1300	n.d.	19.800	n.d.
UFV-1	200	n.d.	25.800	n.d.
Cu				
Santa Rosa	6	n.d.	n.d.	18
UFV-1	6	n.d.	n.d.	16
Fe				
Santa Rosa	1116	n.d.	n.d.	639
UFV-1	935	n.d.	n.d.	486
Mn				
Santa Rosa	111	n.d.	n.d.	4808
UFV-1	92	n.d.	n.d.	4749
Zn				
Santa Rosa	25	n.d.	n.d.	105
UFV-1	33	n.d.	n.d.	118
Al				
Santa Rosa	608	806	n.d.	n.d.
UFV-1	296	444	n.d.	n.d.

plica possivelmente pelo efeito de diluição. O aumento no teor de Al das folhas não foi significativo. As altas concentrações de Cl não guardam relação com o efeito do tratamen-

to na produção de matéria seca: a tolerância relativa do cv. Santa Rosa não está, pois, ao que parece, associada a um mecanismo de exclusão.

A toxidez de Mn provocou um aumento considerável na reação Mn/Fe das folhas: de 1/10 nas plantas do tratamento "completo" a 7-10/1 naquelas com excesso de Mn.

O efeito da toxidez de Al na composição das raízes é dado na Tabela 3; os teores de alumínio são 15 a 20 vezes maiores nas plantas que receberam o excesso do elemento no substrato. Aqui também a tolerância relativa do cv. Santa Rosa não pode ser explicada por um mecanismo de exclusão do elemento no processo de absorção. É de se notar, entretanto, que a encontrada no Santa Rosa.

Tabela 3 - Efeito do excesso de Al na composição mineral das raízes (média de 4 repetições)

Elemento	Completo		+ Al	
	Santa Rosa	UFV-1	Santa Rosa	UFV-1
P %	0,39	0,53	0,49	0,37
K	1,22	1,80	1,42	3,63
Ca	0,36	0,37	1,20	0,44
Mg	0,11	0,08	0,31	0,19
Al ppm	234	246	45918	31062

RESUMO E CONCLUSÕES

Dois cultivares de soja foram cultivados em solução nutritiva em presença de concentrações excessiva de Al, Cl ou Mn. As observações e as análises dos dados de crescimento e analíticos permitiram tirar as seguintes conclusões:

- (1) Os sintomas de toxidez manifestados estão de acordo com os indicados na literatura;

- (2) o efeito tóxico dos elementos obedecem à ordem de crescente - Mn Al Cl;
- (3) o cv. UFV-1 foi mais afetado pela toxidez, em termos de produção de matéria seca que o cv. Santa Rosa;
- (4) a análise das folhas não permite prever a tolerância relativa dos cultivares ao excesso dos elementos;
- (5) a relação Ca/Al nas raízes forneceu indicação de tolerância relativa dos dois cultivares ao excesso de Al no meio.

SUMMARY

EFFECTS OF EXCESS CONCENTRATIONS OF ALUMINUM, CHLORIDE AND MANGANESE IN THE NUTRIENT SOLUTION ON GROWTH AND COMPOSITION OF TWO SOYBEAN CULTIVARS

Two soybean cultivars, Santa Rosa and FV-1, were grown in nutrient solution in the presence of high concentrations of Al (24 ppm), Cl (1750 ppm) and Mn (25 ppm). Observations, measurements and chemical analyses allowed for the following conclusions to be drawn:

- (1) symptoms of toxicity are in agreement with those described in the literatura;
- (2) the detrimental effect obeyed the decreasing order - Mn Al Cl;
- (3) dry matter production by the variety UFV - 1 was relatively more affected by the treatments;
- (4) leaf analyses do not provide a reliable indication of the sensitivity of the two varieties to the high levels of the three elements in the substrate;

- (5) Ca/Al ratio in the roots keeps a good relationship with the relative tolerance of the two cultivars to excess Al in the medium.

COLABORAÇÃO

São co-autores do presente trabalho: A. Jacgond, A.J.L. Perez, A.A. Vidal, A.C.A. Guller, A.L. Fancelli, A.Y. Kishino, C.A. Gamero, C.R. Lopes, C.E. Dolfine, C. Cavicioli, C. Toledo Piza Jr., D. Bueno dos Santos, D. Fornasieri Fº, E.A. Balloni, E.L.F. Donald, J.L.R. Bertoli, J.R. Zanini, J.C. Durigan, K.S. Im, L.T. Bull, L.J.B. Noffs, L.F. Stone, L.A. Daniel, L.A.B. Andrade, L.A. Gracialli, M.M. Fransozo, M.R. Guilherme, M.A. Mastrolaca, M.E. de Sã, M.A.G. Silva, M.C. Meletti, M.F. Guimarães, M.F.G.G. Rosias, M.H. Lima, M.A.B. Rigitano, M. Barreto, N.L. Souza, N. Di Gregorio, P.G. Vargas, P.N. Cota, P.A. Pellingieri, P.T.G. Guimarães, R. Bonetti, R. F.F. Novaes, R. Angulo Fº, S.L. Lima, S.O. Moraes, S.M. Simabuco, S.S. Freitas, V. Faguim, V.M. Nascimento, V. M. Ruy, J.A. Galbiatti, A.M. Calvache Ulloa, L.E.M. Morales, O. G.B. Ortiz, S. Urquiaga Caballero, J.A.C. Araújo.

LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S., 1977. Nutrição mineral de soja **Em**: A soja no Brasil Central, Publ pela Fundação Cargill.
- GOEPFERT, C.F.; JARDIM FREIRE, J.R.; VIDOR, C., 1974. Nutrição da cultura da soja. Bol. Tec., P. Alegre.
- GOEPFERT, C.F., 1977. Situação nutricional da cultura da soja em alguns solos do Rio Grande do Sul. IPAGRO Inf. 18: 19-26.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. 347.
- MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J.R.; BITTENCOURT, V.C., 1977. Toxi-

dez de alumínio e de manganês. Em: IV Simp. sobre o Cerrado. Coord. por M.G. Ferri, Livraria Itatiaia Edit. Ltda e Editora da USP, S. Paulo.

MALAVOLTA, E., 1980. Elementos de Nutrição mineral de plantas, Edit. Agronômica Ceres Ltda., S. Paulo.

MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHANO, J.B.; MANETTI, J.; LANTMANN, A.F.; GARCIA, A.; CATANEO, A., 1978. Tolerância de cultivares de soja e de trigo à acidez do solo. Rev. Bras. Ci. Solo. 2: 34-40.

