

# CRESCIMENTO EM VASOS, DE CULTIVARES DE SOJA E DE TRIGO EM FUNÇÃO DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO

H.A.A. MASCARENHAS<sup>1,2</sup>; R.T. TANAKA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Seção de Leguminosas - IAC, C.P. 28, CEP: 13001-970 - Campinas SP.

**RESUMO:** Um dos problemas que a acidez do solo causa às plantas é concentrar alguns elementos químicos em nível tóxico, como por exemplo de alumínio (Al) e manganês. Visando estudar esse aspecto, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se amostra de subsolo, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase rasa, de extrema acidez e alto teor de Al trocável. A acidez do substrato foi neutralizada com doses de hidróxido de cálcio, no intuito de reduzir a saturação de Al originalmente de 67 para 45, 30, e 15%. As incubações e os cultivos foram feitos em vasos contendo 6 kg daquele subsolo. Inicialmente foi testada a soja variedades Biloxi, Davis e Santa Rosa, com medições de: altura das plantas, número de nós, tamanho dos internódios, número de folhas trifoliadas, produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. Imediatamente após, o sub-solo foi cultivado com trigo variedades BH-1146 e Siete Cerros, sendo medido o comprimento dos seus sistemas radiculares. Verificou-se para a soja que não houve diferenças significativas dentro de cada variedade para as saturações de Al estudadas, evidenciando que todas foram tolerantes ao Al. As raízes do trigo BH-1146 não mostraram redução no desenvolvimento em quaisquer saturações de Al. Por outro lado, as da v. Siete Cerros mostraram menor comprimento à medida que se aumentou a saturação de Al, provando sua suscetibilidade a esse elemento.

**Descritores:** matéria seca, soja, saturação de alumínio, tolerante

## TOLERANCE OF SOYBEAN AND WHEAT VARIETIES IN SUB-SOIL HIGH IN EXCHANGEABLE ALUMINUM

**ABSTRACT:** A pot experiment was installed in a greenhouse using an acid sub-soil, classified as a Red Yellow Latosol, shallow phase, high in aluminum and very low in phosphorus availabilities. The soil acidity was neutralized using calcium hydroxide to reduce the original aluminum saturation of 67 to 45, 30 and 15%. The quantity of subsoil used per pot was 6 kg and 60 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were applied in the form of superphosphate. The varieties of soybeans utilized were Biloxi, Davis and Santa Rosa. The results showed that whichever parameter measured (height of the plant, number of nodes, length of internodes, number of trifoliolate leaves, dry matter weights of shoots and roots) there were no significant differences within each variety for the concentration of aluminum saturation, showing that the three varieties were tolerant to Al. These results were confirmed with two wheat varieties BH-1146 (tolerant to Al) and Siete Cerros (susceptible) which were sown in the same pots. The variety BH-1146 did not show root length differences for the Al saturation treatments confirming its tolerance. On the other hand the cultivar Siete Cerros showed increase in root length as the Al saturation was reduced, showing its susceptibility.

**Key Words:** dry matter, soybean, aluminum saturation, tolerant

## INTRODUÇÃO

Desde 1970, a produção e o consumo de soja quadruplicaram no Brasil. Entretanto, sua produtividade agrícola não foi aumentada substancialmente. Incremento na produção de grãos de soja é necessário para atender a demanda mundial de óleo e de proteína dessa leguminosa como fonte alimentar dos homens e dos animais.

Um dos fatores que limitam a produtividade da soja é a acidez do solo. A maioria dos solos tropicais sob vegetação de cerrado onde esta leguminosa tem sua maior fronteira de expansão no Brasil, tem perfil ácido, e consequentemente, teor de alumínio (Al) na solução e na forma trocável em níveis tóxicos para as plantas. Altos rendimentos agrícolas ne-

cessitam substratos que permitam o desenvolvimento das raízes sem obstáculos físicos e químicos. A pesquisa tem demonstrado que o desenvolvimento do sistema radicular pode ser severamente limitado devido à presença de quantidades apreciáveis de Al em solos ácidos. O calcário é comumente usado para neutralizar a acidez do solo. Infelizmente, a sua ação corretiva não ultrapassa as camadas superficiais do solo, impossibilitando o crescimento normal das raízes das plantas que necessitam de maior volume do solo a explorar, inclusive em profundidade. A consequência da presença de Al em nível tóxico no subsolo, é o mau desenvolvimento das raízes. Infer-se que para uma alta produção é necessário o desenvolvimento de raízes nas camadas mais profundas para a absorção de água e de nutrientes.

<sup>2</sup> Bolsista de CNPq.

Com a tecnologia atualmente existente, não há método prático e econômico para incorporar o calcário mais profundamente. Uma alternativa, seria desenvolver cultivares tolerantes ao Al. A tolerância das plantas à acidez do solo está ligada à capacidade de absorção de nutrientes e à sensibilidade à toxidez, características que dependem da variação genética das espécies e mesmo de cultivares dentro de uma mesma espécie (FOY & BROWN, 1964). Um trabalho pioneiro de comportamento da soja à acidez do solo foi feito por ARMINGER *et al.* (1968), que testando 48 cultivares, mostraram diferenças em tolerância ao Al em subsolo ácido de Bladen. Entre os cultivares promissores destacaram-se Biloxi, Perry e Mandarin. Em estudos a campo, MUZILLI *et al.* (1978) estimaram entre os dez cultivares de soja avaliados sob saturação de Al (10 a 25%), que os cvs. UFV-1, Viçosa e Bossier foram tolerantes, enquanto Santa Rosa, Santa Ana e Hutton apresentaram comportamento intermediário e o restante, foi sensível ou muito sensível ao Al.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento em casa de vegetação, de cultivares de soja e de trigo às saturações de Al de um subsolo ácido.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Seção de Leguminosas do IAC. A amostra de solo utilizado e acondicionado em vasos foi um subsolo (40-60 cm) do município de Morro Agudo (SP), classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase rasa. A análise pela metodologia de CATANI *et al.* (1955), revelou as seguintes características químicas: pH 4,4; matéria orgânica 0,7%; Ca 2,4 meq/100g; Mg 1,6 meq/100g; K 0,46 meq/100g;  $PO_4^{3-}$  0,02 meq/100g; Al 9,2 meq/100g e saturação de Al 67%. A acidez do substrato foi neutralizado incubando-se com doses de hidróxido de cálcio, no intuito de reduzir a saturação de Al originalmente de 67% para 45, 30, e 15%, sendo utilizados 6 kg de solo/vaso. Na semeadura da soja foram aplicados o equivalente a 60 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples. Foram cultivados inicialmente os cvs. de soja Biloxi, Davis e Santa Rosa. Seis sementes de soja inoculadas com *Bradyrhizobium* foram postas a germinar por vaso. Dez dias após a germinação, foi feito o desbaste deixando-se três plantas/vaso. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial (índices de saturação de Al x cultivares), com três repetições. Quarenta dias após a germinação, foram efetuadas as seguintes anotações: altura das plan-

tas, número de folhas trifoliadas, número de nós e internódios; e o corte das plantas rente ao solo para determinar-se a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz. Somente os tecidos da parte aérea foram analisados (BATAGLIA *et al.* 1983) quanto à concentração de nutrientes. Posteriormente, no mesmo substrato, foi cultivado trigo 'BH-1146' e 'Siete Cerros', até 30 dias, quando foi determinado o comprimento do seu sistema radicular. Para a discussão do efeito dos tratamentos, os dados coletados e determinados foram submetidos à análise de variância.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Soja

Houve sintomas de colapso do pecíolo que se caracterizaram por dobramento do pecíolo, folhas pouco desenvolvidas e queda das mesmas, em algumas plantas dos três cultivares submetidas a saturação de Al de 67%, conforme podem ser observados na Figura 1. Sintomas semelhantes foram relatados por ARMINGER *et al.* (1968) que consideraram-nos como secundários de toxidez de Al ou de deficiência de Ca, e por MASCARENHAS *et al.* (1992) que atribuíram à deficiência de Ca provocado pelo menor fluxo de massa ocorrido num curto período de crescimento da soja.

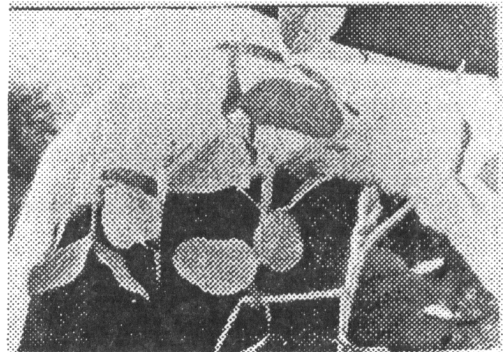


Figura 1. Colapso do pecíolo em algumas plantas de soja nos três cultivares de soja à 67% de saturação de alumínio.

Os índices de saturação de Al não afetaram a altura das plantas, número de folíolos trifoliados, número de nós e tamanho de internódios dentro de cada cultivar, conforme apresentados na TABELA 1. Os genótipos testados são muito sensíveis ao fotoperíodo (origem norte americana de alta latitude). Esse fator induz as plantas ao florescimento em

TABELA 1. Altura de planta, número de folhas trifoliadas, número de nós e comprimento de internódios

Saturação de Al	Altura da planta	Nº de folhas trifoliadas	Nº de nós	Comprimento de internódios
%	cm			cm
				<u>Biloxi</u>
67	32,1	5	6	5,8
45	30,6	4	6	5,3
30	34,6	4	6	6,1
15	32,3	4	6	5,9
Média	32,4	4,3	6	5,8
				<u>Davis</u>
67	24,3	5	6	4,0
45	21,6	4	6	3,9
30	25,4	5	6	4,2
15	23,8	5	6	4,0
Média	23,8	4,8	6	4,0
				<u>Santa Rosa</u>
67	27,4	5	6	4,6
45	26,3	5	6	4,4
30	27,6	5	6	4,7
15	29,9	5	6	4,7
Média	27,8	5	6	4,6

baixas latitudes, (Hinson, 1969), mesmo que não tenham apresentado crescimento em altura, no período em que foi conduzida a experimentação. As plantas do cultivar Biloxi apresentaram as maiores alturas e internódios mais longos, enquanto as da Santa Rosa mostraram pequena diferença nessas variáveis; as plantas do cultivar Davis, por outro lado, mostraram ser as mais baixas, com internódios mais curtos, característica de um genótipo precoce.

Apesar de as plantas do cultivar Biloxi terem apresentado maior altura, produziram menos matéria seca do que as dos demais (TABELA 2). Isso se deve a sua característica genética de apresentar maior crescimento dos internódios, sem uma correspondente produção ou acúmulo de matéria seca. A análise de variância mostrou que não houve diferenças entre tratamentos. Ao se desdobrar os graus de liberdade dos tratamentos, o teste F mostrou somen-

TABELA 2. Média de produção de matéria seca de parte aérea e das raízes dos três cultivares.

Saturação de alumínio	Parte aérea			Raízes		
	Biloxi	Davis	Sta Rosa	Biloxi	Davis	Sta Rosa
%	g					
67	2,7	2,7	3,6	1,2	1,3	1,3
45	2,9	3,2	3,7	1,2	1,2	1,3
30	3,3	3,8	4,2	1,3	1,4	1,4
15	3,0	3,0	4,4	1,3	1,3	1,4
Média	2,98 B	3,18 B	3,98 A	1,25	1,30	1,35

Médias seguidas da mesma de letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste Duncan.

te diferenças significativas entre os cultivares, sendo o 'Santa Rosa' superior aos outros dois, que por sua vez, foram semelhantes entre si, conforme as produções médias de matéria seca. Dados semelhantes foram obtidos por SARTAIN & KAMPRATH (1978).

Pela TABELA 2, observaram-se que não houve diferenças significativas na produção de matéria seca das raízes a níveis de saturação de Al dentro de cada cultivar ou quando comparadas as médias de raízes entre os cultivares. Também não houve diferenças significativas no tamanho de raízes pivotantes dentro de cada cultivar para saturação de Al, (Figura 2, 3, 4). Este foi também o critério utilizado por SARTAIN & KAMPRATH (1978) quando trabalharam com soja em solução nutritiva.

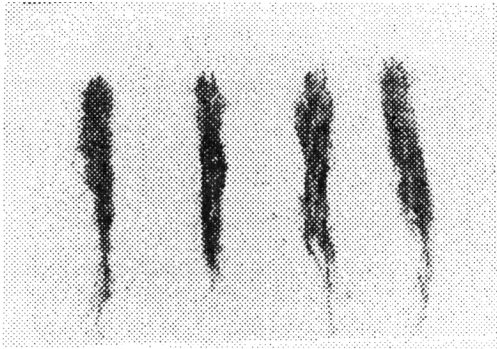


Figura 2. Diferenças no comprimento e no peso da matéria seca das raízes no cultivar Biloxi quando cultivada à 15, 30, 45 e 67% de saturação de alumínio.

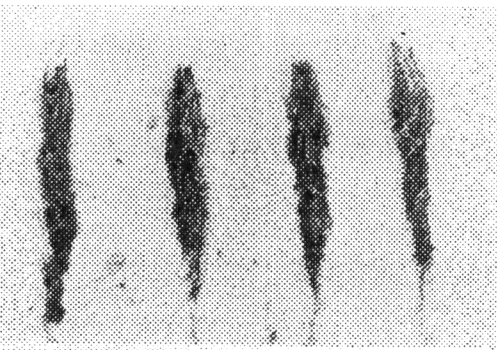


Figura 3. Diferenças no comprimento e no peso da matéria seca das raízes no cultivar Davis quando cultivada à 15, 30, 45 e 67% de saturação de alumínio.

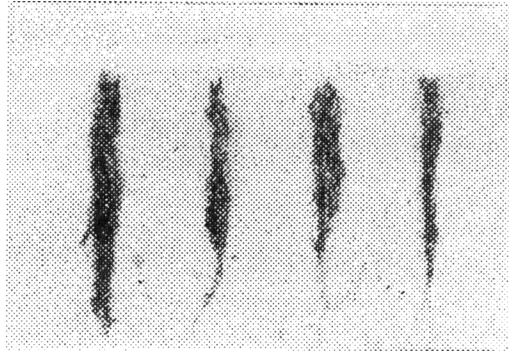


Figura 4. Diferenças no comprimento e no peso da matéria seca das raízes no cultivar Santa Rosa quando cultivada à 15, 30, 45 e 67% de saturação de alumínio.

A TABELA 3 refere-se às médias dos teores de macro e micronutrientes de parte aérea. Notou-se que as plantas do cultivar Santa Rosa apresentaram o maior decréscimo no teor de Al com a diminuição da saturação do elemento, atingindo 77,3% do máximo, seguido das plantas do 'Biloxi' (85,0%) e das do 'Davis' (90,1%). À medida que foi diminuída a saturação de Al, houve um aumento nos teores de Ca em todos os cultivares. Os teores de Mg não se modificaram, independentemente da saturação de Al, indicando que o cálcio talvez não interfira na atividade do Mg.

### Trigo

Do cultivo do trigo, os dados das raízes das plantas são mostrados na TABELA 4. O cultivar de trigo BH-1146 revelou ser tolerante e não houve diferenças no tamanho das raízes nas saturações de Al estudadas. Por outro lado, o comportamento do cultivar Siete Cerros evidenciou que à medida que se reduziu a saturação de Al, houve crescimento significativo das raízes (TABELA 4 e Figuras 5, 6, 7, 8), o que confirmam que os valores das saturações de Al estavam adequadas para o presente estudo e que os cultivares de soja Biloxi, Davis e Santa Rosa são altamente tolerantes ao Al, confirmando dados de ARMINGER *et al.* (1968) para 'Biloxi', e MUZILLI *et al.* (1978) para os cvs. Santa Rosa e Davis. Este último sendo mostrado pela primeira vez como tolerante ao Al. É importante salientar que os cultivares Biloxi, Santa Rosa e Davis foram também tolerantes ao Mn, em trabalhos de (MIRANDA *et al.*, 1982; MASCARENHAS *et al.*, 1982; MASCARENHAS *et al.*, 1990).

TABELA 3. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea das plantas dos cultivares de soja.

Saturação de Al	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn
%	%			ppm				
			<u>Biloxi</u>					
67	2,93	0,119	2,80	0,39	0,54	314	219	84
45	3,15	0,110	2,64	0,46	0,51	267	184	76
30	2,86	0,116	2,67	0,53	0,50	278	223	92
15	2,86	0,113	2,82	0,60	0,52	284	224	90
			<u>Davis</u>					
67	3,03	0,124	2,74	0,42	0,54	374	161	92
45	3,01	0,119	2,79	0,49	0,50	337	152	94
30	2,93	0,114	2,80	0,56	0,54	340	197	98
15	2,79	0,125	2,63	0,59	0,55	338	194	86
			<u>Santa Rosa</u>					
67	3,45	0,121	2,60	0,31	0,52	370	218	86
45	3,37	0,120	3,12	0,52	0,58	331	223	79
30	3,37	0,148	3,06	0,56	0,61	304	205	82
15	3,45	0,124	3,06	0,60	0,59	286	205	84

TABELA 4. Comprimento de raízes dos cultivares de trigo BH-1146 (tolerante) e Siete Cerros (susceptível)

Saturação de Al	BR-1146	Siete Cerros
%	cm	
67	15,03 a	1,25 c
45	17,37 a	5,36 b
30	17,96 a	8,73 a
15	15,72 a	10,03 a
Média	16,52 A	6,34 B

Médias seguidas da mesma de letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste Duncan.

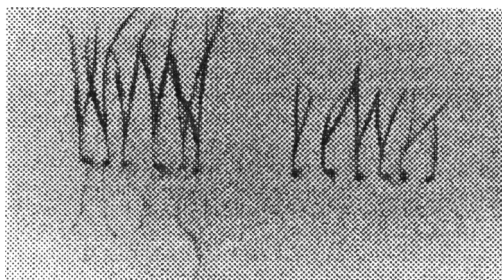


Figura 5. Plantas do cultivar de trigo Siete Cerros (susceptível ao Al) sem raízes a 67% de saturação de Al, e do 'BH-1146' (tolerante), com raízes.



Figura 6. Plantas do cultivar de trigo Siete Cerros (susceptível ao Al) com pouco desenvolvimento de raízes a 45% de saturação de Al, e do 'BH-1146' (tolerante), com desenvolvimento normal de raízes.

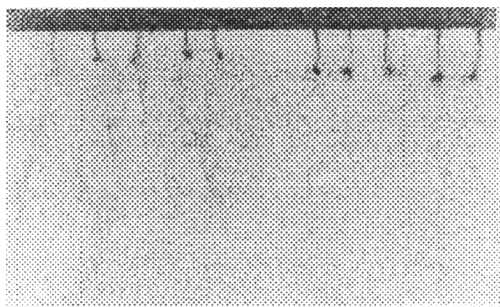


Figura 7. Plantas do cultivar de trigo Siete Cerros (susceptível ao Al) com melhor desenvolvimento de raízes a 30% de saturação de Al, e do 'BH-1146' (tolerante), com desenvolvimento normal de raízes.

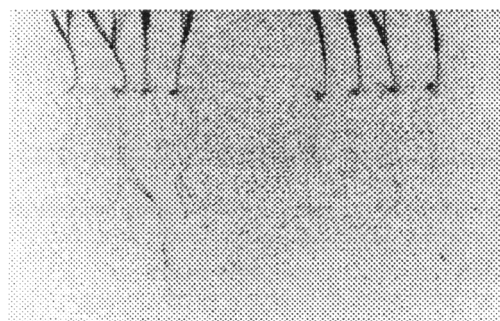


Figura 8. Plantas do cultivar de trigo Siete Cerros (susceptível ao Al) raízes bem desenvolvidas a 15% de saturação de Al, e do 'BH-1146' (tolerante), com desenvolvimento normal de raízes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMINGER, W.H.; FOY, C.D.; FLEMING, A.L. & CALDWELL, B.E. Differential tolerance of soybean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum. *Agronomy Journal*, Madison, v.60, p.67-70, 1968.
- 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 Agrônomo, 1978, 31p. (Circular, 87).
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. *Amostragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1955. 29p. (Boletim 69).
- FOY, C.D.; BROWN, I.C. Toxic factors in acid soils: II. Differential aluminum tolerance of plant species. *Soil Science of Society Proceedings*, v.28, n.1, p.27-32, 1964.
- HINSON, K. *Soybeans in Florida*. Agricultural Experimental Stations, University of Florida, Gainesville, 1969, Bulletin 716, 121p.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; RAMOS, L.C.B.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C. Comportamento de três cultivares de soja em função do manganês do solo. *Bragantia*, Campinas, v.41, p.225-230, 1982.
- 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, v.25, n.4, p.609-615, 1990.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; TANAKA, R.T. Colapso do pecíolo em folhas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.343-348, fevereiro, 1992.
- MIRANDA, M.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; VALADARES, J.M.A.S.; HIROCE, R. Comportamento de dois cultivares de soja em função do manganês no solo. *Bragantia*, Campinas, v.41, p.135-143, 1982.
- MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHANO, J.B.; MANETTI Fº, J.; LANTMANN, A.F.; GARCIA, A.; CATENO. A Tolerância de cultivares de soja e do trigo a acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.2, p.34-40, 1978.
- SARTAIN, J.B.; KAMPRATH, E.J. Aluminum tolerance of soybean cultivars based on root elongation in solution culture compared with growth in acid soil. *Agronomy Journal*, Madison, v.70, p.17-20, 1978.

Recebido para publicação em 09.01.95

Aceito para publicação em 26.04.95