

INFLUÊNCIA DO ALUMÍNIO NO DESENVOLVIMENTO E
COMPOSIÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) *

I.P. OLIVEIRA **
E. MALAVOLTA ***

RESUMO

Foram estudadas doses crescentes de alumínio em sete cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados em solução nutritiva. A determinação de matéria seca permitiu verificar o efeito do alumínio no crescimento e no peso seco.

As análises minerais da parte aérea e raiz forneceram indicações que ajudam na avaliação do estado nutricional da planta.

INTRODUÇÃO

Plantas de diferentes espécies tem mostrado, em solos e em soluções nutritivas, variações de tolerância a níveis elevados de alumínio trocáveis ou solúveis. Estudos de nutrição

* Entregue para publicação em 10/09/1981.

Parte da tese de doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, apresentada pelo primeiro autor.

** Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, EMBRAPA, GO.

*** Departamento de Química, ESA "Luiz de Queiroz" e CENA, USP.

tem mostrado que as plantas tolerantes ao alumínio geralmente são mais eficientes no uso de fósforo, cálcio, magnésio e potássio (FOY *et alii* (1972).

RUSCHEL *et alii* (1968), trabalhando com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em solução nutritiva, verificaram que plantas cultivadas em 7 ppm de alumínio ou mais não apresentaram diferenças nos teores de fósforo da parte aérea e da raiz, entretanto, soluções com níveis a partir de 3 ppm prejudicaram o desenvolvimento da planta. Os resultados sugerem que os efeitos prejudiciais obtidos foram causados pelo excesso do alumínio da solução e não pela deficiência de fósforo na planta.

ANDREW *et alii* (1973), estudando o efeito do alumínio em 12 espécies de leguminosas, verificaram que a relação parte aérea/raiz não foi afetada nas diversas plantas utilizadas. Foi verificada redução na concentração de cálcio e fósforo da parte aérea de todas as espécies testadas.

As plantas, segundo HOWELER & CADAVID (1976), podem sofrer de toxicidade de alumínio, em condições de campo, quando a concentração de alumínio do solo encontra-se acima de 1 ppm, e os sintomas aparecem nas folhas, em solução nutritiva, em concentrações acima de 25 ppm.

As primeiras evidências de injúrias nas plantas ocorrem na raiz. Estas tornam-se descoloridas e suas ramificações atrofiadas, o desenvolvimento é prejudicado e todo o sistema radicular sofre redução. As plantas podem morrer principalmente em altas concentrações de alumínio.

A finalidade desta pesquisa é conhecer o efeito do alumínio no desenvolvimento e na composição mineral do feijoeiro

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas, no experimento, sete cultivares de feijão (C₁ = Jalo, C₂ = Mulatinho paulista, C₃ = Ricobaio 1014, C₄ = Roxo 760 F8, C₅ = Jamapa, C₆ = Rio Tibagi e C₇ = Tambô). As sementes foram germinadas em vermiculita umidecida com CaSO₄ 10⁻⁴ M (MALAVOLTA, 1976). As plântulas foram transplantadas com cinco dias após emergência, para a solução modifi-

cada de HOAGLAND & ARNON nº 2 (1950), pH 4,5 - 5,5 onde permaneceram quatro semanas com arejamento permanente. Foram estudados cinco níveis de alumínio (0, 6, 12, 18 e 24 ppm), em blocos ao acaso, sendo considerada uma planta por repetição.

Após a colheita, as raízes foram lavadas uma vez com água de torneira e três vezes com água destilada (MALAVOLTA, 1976). As raízes foram destacadas da parte aérea, sendo ambas as partes acondicionadas em sacos de papel perfurados e colocadas em estufa à temperatura entre 70 - 80°C, por um período de doze horas.

Foram considerados os seguintes parâmetros para avaliação dos tratamentos: peso da matéria seca total (PST), altura das plantas (H), comprimento da raiz (CR) e composição mineral da parte aérea e raiz (Al, P, Ca e Mg). A análise estatística foi feita apenas nos seguintes parâmetros: PST, H e CR.

O alumínio e o fósforo foram determinados por colorimetria, segundo REIS *et alii* (1978), em sistema por injeção de fluxo contínuo segmentado; o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica em fluxo contínuo, conforme JORGENSEN (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito do alumínio nos componentes de crescimento

As Tabelas de 1 a 3 representam o efeito do alumínio nos componentes de crescimento, significativamente ao nível de 1% de probabilidade.

O efeito do alumínio em excesso, de modo geral (Tabela 1, 2 e 3), foi prejudicial a todos os componentes de crescimento.

Foi observado em alguns cultivares (C₂ = Mulatinho paulista, C₃ = Ricobaio 1014, C₄ = Roxo 760 F8, C₅ = Jamapa e C₆ = Rio Tibagi) uma tendência no aumento da altura, em ou-

Tabela 1 - Efeitos dos níveis de alumínio na solução sobre a altura média das plantas em cm

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al ₀	64,75	46,250	38,000	30,250	55,250	40,000	37,500
Al ₁₆	56,000	57,000	40,000	47,750	61,250	43,250	36,500
Al ₁₂	34,500	30,650	27,250	20,500	17,500	37,000	22,000
Al ₁₈	26,000	23,500	31,750	21,000	19,500	37,750	19,250
Al ₂₄	27,000	19,750	24,000	16,500	15,250	28,500	16,500
C.V.%	5,049	6,185	4,546	6,065	7,672	4,250	9,578
DMS 1%	2,920	2,785	2,125	2,149	2,120	2,477	3,239

Tabela 2 - Efeitos dos níveis de alumínio na solução sobre comprimento médio das raízes em cm

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al0	66,750	45,000	38,250	32,000	59,750	41,000	41,000
Al6	58,000	54,250	42,500	52,250	65,500	44,000	38,000
Al12	32,250	27,000	28,250	21,500	20,250	35,000	26,000
Al18	25,250	22,500	39,000	22,250	21,250	36,250	21,250
Al24	30,000	16,250	26,750	13,750	18,000	29,000	19,250
C.V.%	4,020	10,730	5,090	5,200	6,860	4,390	5,480
DMS 1%	3,488	6,371	3,769	2,815	4,471	3,838	2,887

Tabela 3 - Efeitos dos níveis de alumínio na solução sobre o peso seco total médio (parte aérea + raiz), em gramas

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al0	1,305	0,700	0,913	0,860	1,245	0,962	0,925
Al6	1,455	0,865	0,910	0,920	0,782	0,843	0,555
Al12	1,192	0,632	1,090	0,770	0,753	0,627	0,348
Al18	0,895	0,843	0,902	0,822	0,837	0,850	0,452
Al24	0,908	0,742	0,697	0,698	0,833	0,865	0,490
C.V.%	4,510	4,850	4,200	4,570	4,410	3,960	14,860
DMS 1%	0,080	0,061	0,066	0,064	0,068	0,060	0,122

tras (C₁ = Jalo, C₂ = Mulatinho paulista, C₃ = Ricobaio 1014, C₄ = Roxo 760 F8, C₅ = Jamapa e C₆ = Rio Tibagi), aumento no desenvolvimento da raiz e em menor número (C₁ = Jalo, C₂ = Mulatinho paulista, C₃ = Ricobaio 1014 e C₄ = Roxo 760 F8) uma maior produção de matéria seca. MAGISTAD (1925) acredita que pequenas quantidades de alumínio são benéficas às plantas devido a um efeito catalítico desse elemento no processo da fotossíntese. Quanto à diferença no comportamento dos cultivares pode ser atribuída ao grau de permeabilidade da membrana celular que permite o alumínio penetrar na célula. A entrada do alumínio provoca coagulação de proteínas e cria diferentes condições para os cátions presentes, permitindo inclusive saída rápida de cálcio, potássio e outros cátions da célula. FOX *et alii* (1972) verificaram diferenças varietais em relação ao alumínio, em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), atribuindo esta diferença às variações nas concentrações de fósforo, cálcio, magnésio e potássio do exudado das plantas analisadas. Os efeitos generalizados do alumínio nos componentes de crescimento verificados nesta pesquisa concordam com os descritos por HOWELER & CADAVID (1976).

Efeito do alumínio na composição mineral

As Tabelas de 4 a 11 resumem o efeito do alumínio na composição mineral do tecido.

Tabela 4 - Teores médios de alumínio, em ppm, da parte aérea.

Cultivar							
Al	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al ₀	223	190	376	318	194	270	195
Al ₆	411	300	423	400	270	342	362
Al ₁₂	506	300	435	499	324	320	430
Al ₁₈	769	350	553	891	491	434	500
Al ₂₄	765	480	677	900	694	464	720

Tabela 5 - Teores médios de alumínio, em pp, da raiz

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
AI							
AI 0	272	280	178	730	280	164	222
AI 6	814	1032	1218	1033	815	547	446
AI 12	1600	1160	1014	2100	1442	1097	794
AI 18	2604	1218	1462	1960	1852	1455	1105
AI 24	1894	2160	1790	2100	2500	1808	1188

Tabela 6 - Teores médios de fósforo, em percentagem, da parte aérea

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
AI							
AI0	0,710	0,650	1,090	0,860	0,540	1,460	1,070
AI6	0,880	0,660	1,320	0,600	0,420	1,150	0,710
AI12	1,080	0,960	1,290	0,480	0,420	1,140	0,560
AI18	1,180	0,640	0,540	0,440	0,420	1,140	0,520
AI24	0,860	0,650	1,340	0,410	0,360	1,140	0,470

Tabela 7 - Teores médios de fósforo, em percentagem, da raiz

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al 0	0,670	0,950	1,490	1,010	0,600	1,380	1,000
Al 6	1,150	1,780	1,870	0,950	1,380	1,800	1,190
Al 12	1,910	1,580	2,600	1,480	2,740	2,200	1,630
Al 18	1,660	1,800	3,280	2,890	2,850	2,160	2,000
Al 24	1,370	1,870	3,150	1,960	2,100	2,920	1,120

Tabela 8 - Teores médios de cálcio, em percentagem, da parte aérea

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
AI							
AI0	2,540	2,850	1,630	1,760	3,070	1,880	1,230
AI6	1,850	2,380	1,330	2,050	2,730	1,550	1,160
AI12	0,800	3,760	1,110	1,120	1,880	0,960	0,800
AI18	1,440	2,300	1,130	1,460	1,610	1,010	0,880
AI24	1,310	1,280	0,860	1,190	1,500	1,160	0,780

Tabela 9 - Teores médios de cálcio, em percentagem, da raiz

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al0	1,410	1,050	1,540	1,500	2,360	0,800	0,730
Al6	0,980	2,940	0,740	1,370	1,960	0,530	0,670
Al12	0,480	1,100	0,650	0,570	1,280	0,430	0,500
Al18	0,390	0,730	0,260	0,660	0,690	0,470	0,280
Al24	0,520	0,750	0,270	0,610	1,140	0,380	0,250

Tabela 10 - Teores médios de magnésio, em percentagem, da parte aérea

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
Al							
Al0	0,530	0,280	1,630	0,440	1,010	0,690	0,740
Al6	0,490	0,250	1,330	0,460	0,760	0,760	0,790
Al12	0,750	0,430	0,860	0,430	0,500	0,500	0,750
Al18	0,510	0,440	1,130	0,430	0,720	0,720	0,500
Al24	0,470	0,240	0,860	0,420	0,750	0,750	0,790

Tabela 11 - Teores médios de magnésio, em percentagem, da raiz

Cultivar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A10	0,450	0,760	1,540	0,520	0,510	0,530	0,710
A16	0,680	0,810	0,740	0,930	0,700	0,810	0,710
A112	1,000	0,730	0,660	0,950	0,970	0,960	0,700
A118	0,490	0,510	0,400	0,750	0,710	0,730	0,290
A124	0,500	0,500	0,270	0,730	0,520	0,530	0,480

Ao aumentar o teor de alumínio da solução nutritiva, aumentou o teor de alumínio na parte aérea e na raiz, havendo, contudo redução nos teores de cálcio e magnésio da parte aérea. Não houve relação constante entre teores de fósforo, cálcio e magnésio da parte aérea, teor de fósforo da raiz com os tratamentos de alumínio.

Trabalho de RUSCHEL *et alii* (1968) com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) mostraram resultados semelhantes à concentração de cálcio da parte aérea, o que concordam com FOY *et alii* (1972) analisando o exudado de plantas de feijão. ANDREW *et alii* (1972) observaram, em diversas espécies de leguminosas, concentrações aproximadas, quantitativamente, de fósforo, cálcio, magnésio e alumínio, mas que não podem ser consideradas constantes para qualquer grupo de planta.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estudadas, em solução nutritiva, sete cultivares, de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), observando os aspectos relacionados com desenvolvimento e a composição mineral da planta na presença do alumínio.

O estudo dos dados obtidos permitiu fazer as seguintes observações:

a) o alumínio afetou o desenvolvimento do feijoeiro, reduzindo a altura da planta, comprimento da raiz e o peso seco total;

b) o aumento na concentração do alumínio na solução nutritiva contribuiu para o aumento deste elemento na planta; havendo, contudo, redução nas concentrações de cálcio, magnésio da parte aérea.

*SUMMARY*INFLUENCE OF ALUMINUM ON GROWTH AND MINERAL COMPOSITION OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.).

Seven cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. were grown in nutrient solution in the presence and absence of aluminum. Data obtained herewith allowed for the following conclusions to be drawn:

(1) plant height, root length and total dry weight decreased with increase of aluminum levels in the nutrient solution;

(2) aluminum concentration in plant tissue increased with higher levels of aluminum in the substrate; decreases of calcium and magnesium concentration in the dry matter in the presence of higher aluminum concentration in the nutrient solution were observed.

LITERATURA CITADA

ANDREW, C.S.; JOHNSON, A.D.; SANDLAND, R.L., 1973. Effect of aluminium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. *Aust. J. Agric.* **24**(3): 325-339.

FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; GERLOFF, G.C., 1972. Differential aluminium tolerance in two snapbean varieties. *Agron. J.* **64**: 815-818.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exp. Sta. (Cir. 347)*.

HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F., 1976. Screening of rice cultivars for tolerance to Al-toxicity in nutrient solution as compared with a field screening method. *Agron. J.* **68**: 551-555.

JORGENSEN, S.S., 1977. Guia analítico; metodologia utilizada para análises químicas de rotina, Piracicaba, CENA, 23 p.

MAGISTAD, O.C., 1925. The aluminium content of the soil solution and its relation to soil reaction and plant growth. *Soil. Sci.* **20**(3): 181-212.

MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola, nutrição e fertilidade do solo, São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 528 p.

REIS, B.F.; BERGAMIN Fº, H.; ZAGATTO, E.A.G.; KRUG, F.J., 1978. Merging zones in flow injection analysis. Part III. Spectrofotometric determination of aluminium in plant and soil material with sequential addition of pulsed reagents. *Anal. Chim. Acta* **97**: 427-435.

RUSCHEL, A.P.; ALVAYDO, R.; SAMPAIO, I.B.M., 1968. Influência do excesso de alumínio no feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solução nutritiva. *Pesq. agri. bras.* **3**: 229 - 233.

