

CRESCIMENTO DA MAMONEIRA EM SOLO COM ALTO TEOR DE ALUMÍNIO NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE MATÉRIA ORGÂNICA

ROSIANE DE LOURDES SILVA DE LIMA¹, LIV SOARES SEVERINO², GILVAN BARBOSA FERREIRA³, MARIA ISABEL LIMA DA SILVA⁴, ROBSON CÉSAR ALBUQUERQUE⁵ e NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO²

RESUMO: A mamoneira é uma planta sensível à presença de alumínio em solos ácidos e essa é uma das razões da obtenção de baixas produtividades em muitas lavouras. A matéria orgânica proporciona considerável melhora no crescimento dessa planta devido ao fornecimento de nutrientes, melhoria de características físicas do solo e outros efeitos. Realizou-se um estudo em casa-de-vegetação com objetivo de avaliar o efeito da adição de alumínio no solo em níveis tóxicos e adição de esterco de curral sobre o crescimento da mamoneira. Utilizou-se a cultivar BRS Nordestina plantada em vasos de 15 L de volume, contendo solo adicionado de Al^{+3} nos teores de 0,00 - 0,15 - 0,30 - 0,60 - 1,20 e 2,40 $cmol_c\ dm^{-3}$ na presença e na ausência de 5% (v/v) de matéria orgânica. Adotou-se delineamento em blocos casualizados com três repetições. O alumínio prejudicou e a matéria orgânica favoreceu o crescimento das plantas. No entanto, observou-se que na presença de matéria orgânica o efeito do alumínio foi bem menos intenso sobre o crescimento da área foliar e matéria seca das raízes e parte aérea. A mamoneira mostrou-se muito sensível à presença de alumínio tóxico no solo.

Termos para indexação: *Ricinus communis*, toxidez, acidez, pH

CASTOR BEAN GROWTH ON SOIL CONTAINING HIGH ALUMINUM LEVEL ON THE PRESENCE AND ABSENCE OF ORGANIC MATTER

ABSTRACT: Castor bean is a plant sensible to toxic aluminum presence on acidic soils and this is among the reasons for low yield in some crops. Organic matter sharply raises this plant growth due to nutrients supply and by improving physics soil characteristics among other effects. A trial was run in greenhouse in order to evaluate the effect of aluminum addition at the soil at toxic level and the addition of bovine manure on castor bean plants growth. Seeds of cv. BRS Nordestina were planted in 15 liters pots, containing soil with addition of Al^{+3} at 0.00, 0.15, 0.30, 0.60, 1.20 and 2.40 $cmol_c\ dm^{-3}$ in the presence or absence of organic matter added at 5% (v/v). Randomized block design with three replications was adopted. Aluminum decreased and organic matter increased the plant growth. However, aluminum effects on leaf area and dry weight of shoot and roots were less intensive in the organic matter presence. Castor bean plants were considered very sensible to toxic soil aluminum.

Index terms: *Ricinus communis*, toxicity, acidity, pH

¹Unesp, Jaboticabal, limarosiane@yahoo.com.br

²Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, 58107-720, Campina Grande, PB. E-mail: liv@cnpa.embrapa.br; napoleao@cnpa.embrapa.br

³Embrapa Roraima. E-mail: gilvan@cpafrr.embrapa.br

⁴CCA/UFPB. E-mail: mariaisabel_bio@yahoo.com.br

⁵UFPG ralbuquerque@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis*) é uma oleaginosa de grande importância mundial por produzir um óleo com características químicas únicas e com largo emprego na indústria química. Em regiões semi-áridas, essa cultura adquire importância adicional devido a sua extrema tolerância à seca e por ser viável em áreas onde poucas culturas podem ser tecnicamente recomendadas.

A mamoneira apresenta alta demanda por nutrientes, conforme resultados apresentados por Ferreira et al. (2004a). Segundo Weiss (1983), "a mamoneira é tolerante a pouca chuva, mas não à baixa fertilidade e estes fatores são freqüentemente confundidos". A baixa fertilidade do solo é um fator limitante à produção das culturas. Ela ocorre em solos altamente intemperizados e lixiviados, tanto em regiões tropicais quanto temperadas, onde a toxicidade de alumínio freqüentemente é o principal problema (SILVA et al., 2002; MOKOLOBATE & HAYNES, 2003), sendo agravada pela pobreza generalizada em macro e micronutrientes (KELTJENS, 1997).

A toxicidade do alumínio ocorre em pH < 5,3, em solos pobres em bases trocáveis e com baixo teor de matéria orgânica. Quando o pH cai, a concentração de alumínio no meio aumenta e a absorção de cátions divalentes (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+}) é diminuída devido à redução na ligação de tais cátions às células do apoplasma radicular e ao bloqueio dos canais iônicos na membrana plasmática (SILVA et al., 2002; MARSCHNER, 1995). O alumínio em altas concentrações acumula-se preferencialmente no sistema radicular das plantas, sendo pequena a quantidade translocada para a parte aérea (BEUTLER et al., 2001).

Geralmente, o efeito fitotóxico do alumínio é notado nas raízes das plantas antes que qualquer sintoma possa ser evidente na parte

aérea e os sintomas são também associados à deficiência de fósforo e à reduzida absorção e translocação de cálcio; o excesso de alumínio inibe o crescimento normal das raízes, tornando-as engrossadas, com coloração marrom, menos ramificadas, quebradiças e ocasionalmente com manchas necróticas (VELOSO et al., 2000).

Além de dificultar a absorção de nutrientes, a presença de alumínio em níveis tóxicos também prejudica o crescimento da planta por dificultar o crescimento das raízes, as quais conseqüentemente exploram menor volume de solo, tendo menor acesso a água e nutrientes (BEUTLER et al., 2001).

A adição de adubos verdes, resíduos animais e compostos orgânicos a solos ácidos pode reduzir a toxidez de alumínio e aumentar a produtividade das culturas (MOKOLOBATE e HAYNES, 2003). Segundo estes autores uma possível explicação para isso seria o aumento no pH do solo (diminuição da acidez) pela liberação de hidroxilas ou pela complexação do alumínio da solução do solo pela decomposição dos resíduos orgânicos (materiais húmicos).

No entanto, independente do mecanismo de ação do material orgânico sobre o alumínio, é presumível que ele tem efeito por menos tempo que aquele obtido com uso de calcário, sendo ainda assim importante por permitir que a plântula se estabeleça em campo, vencendo a concorrência com as plantas daninhas (HUE, 1992).

Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de alumínio aplicado ao solo na presença e ausência de matéria orgânica sobre o crescimento da mamoneira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, no período de setembro a novembro

de 2004. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições e 12 tratamentos em distribuição fatorial 6×2 , sendo os fatores 6 níveis de alumínio no solo (0,00 - 0,15 - 0,30 - 0,60 - 1,20 e 2,40 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e com ou sem adição de matéria orgânica. Cada parcela experimental foi composta por 1 vaso de 15 litros de volume contendo uma mamoneira da cultivar BRS Nordestina. A semeadura foi realizada diretamente nos vasos, com três sementes para posterior desbaste.

Utilizou-se solo contendo 96% de areia, classificado como Neossolo Regolítico. Como fonte de matéria orgânica utilizou-se esterco bovino bem curtido, adicionado na proporção de 5% (v/v) em relação ao volume total do vaso, sendo a mistura feita antes da adição de alumínio. A composição química do esterco adicionado ao solo era de: 7,8 g kg^{-1} de nitrogênio, 20 g kg^{-1} de fósforo (P_2O_5), 40 g kg^{-1} de potássio (K_2O), 4,3 g kg^{-1} de cálcio (CaO) e 3,2 g kg^{-1} de magnésio (MgO).

Para adição de alumínio, utilizou-se cloreto de alumínio hexahidratado ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Para cada vaso, calculou-se e pesou-se a quantidade para obtenção do teor desejado, sendo este adicionado diretamente ao solo e homogeneizado. O solo foi deixado em incubação por 15 dias antes de realizar-se o plantio.

As plantas foram irrigadas diariamente. Não houve necessidade de controle de pragas ou doenças. Aos 15 dias após o semeio (DAS), fez-se o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. Aos 60 DAS registraram-se os valores de altura da planta, área foliar, número de folhas e matéria seca da parte aérea e das raízes. A área foliar foi calculada pela fórmula $S = 0,2398 \times (L + P)^{1,9259}$, em que L = largura e P = comprimento da nervura principal (SEVERINO et al., 2004).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão para estudar o efeito das doses de alumínio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectou-se efeito significativo dos teores de alumínio e da adição de matéria orgânica sobre todas as características estudadas, exceto do teor de alumínio sobre o número de folhas (Tabela 1). Em resposta aos tratamentos aplicados observaram-se dois efeitos opostos: o aumento do crescimento em resposta à adição de matéria orgânica e a redução no crescimento da planta com o aumento do teor de alumínio no solo.

O favorecimento do crescimento proporcionado pela matéria orgânica no solo com pH próximo da neutralidade é um comportamento esperado, porém é interessante observar que mesmo no solo contendo alto teor de alumínio, o efeito benéfico da adição de matéria orgânica ainda ocorre. Em termos percentuais, o efeito benéfico da matéria orgânica foi muito maior no solo contendo o nível máximo de alumínio. A área foliar, por exemplo, aumentou 357% em resposta à adição de matéria orgânica na ausência de alumínio e 902% no nível máximo de alumínio. O mesmo se observou quanto à matéria seca da parte aérea, na qual o aumento foi de 6,3 vezes no solo sem alumínio e de 15,8 vezes no solo com alto teor de alumínio, repetindo-se o mesmo com todas as outras características estudadas.

Observa-se nos dados apresentados na Tabela 1 que nas plantas que receberam matéria orgânica, a redução do crescimento foi menos acentuada em todas as características analisadas. A área foliar foi reduzida pelo alumínio em 77% na ausência de matéria orgânica e apenas 50% na presença desta. Quanto à massa seca da parte aérea, os percentuais de redução foram de 84 e 59%, na ausência e presença de matéria orgânica, respectivamente.

Diversos autores têm demonstrado que a adição ao solo de resíduos culturais, esterco e compostos orgânicos melhoram a fertilidade do

TABELA 1 .Valores de altura, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca de raízes de mamoneiras crescidas em solo contendo teores de 0 e 2,4 cmol_c.dm⁻³ de alumínio, na ausência ou presença de matéria orgânica

Característica	Matéria orgânica	-- Al ³⁺ (cmol _c .dm ⁻³) --		Percentual de redução
		0	2,4	
Altura (cm)	ausente	20,9	8,9	58
	presente	40,7	27,2	33
	% de aumento	95	206	
Área foliar (cm ²)	ausente	625,0	143,9	77
	presente	2857,1	1442,3	50
	% de aumento	357	902	
Massa seca da parte aérea (g)	ausente	6,15	1,0	84
	presente	38,61	15,8	59
	% de aumento	528	1480	
Massa seca de raízes (g)	ausente	4,8	0,6	88
	presente	28,5	11,3	60
	% de aumento	494	1783	

solo não apenas pelo simples fornecimento de matéria orgânica e nutrientes, mas também pelo aumento do pH e decréscimo na concentração de alumínio tóxico (OLIVEIRA et al., 2002; MOKOLOBATE e HAYNES, 2003; HUE, 1992).

Materiais orgânicos contêm substâncias húmicas com grande número de terminações com grupos carboxílicos, fenólicos e enólicos que se ligam aos prótons ionizáveis. Estas substâncias húmicas formam-se durante o processo de decomposição da matéria orgânica e são relativamente estáveis em fases posteriores (BAYER e MIELNICZUK, 1999). Sua capacidade de ligar prótons e de quelatar metais deve, portanto, ser responsável por suas características tamponantes e a capacidade de neutralizar ou diminuir a toxidez do Al³⁺ do solo (MOKOLOBATE e HAYNES, 2000).

O regossolo usado neste experimento é um solo pobre em nutrientes disponíveis e a adição de 5% de seu volume (cerca de 50 t ha⁻¹) em material orgânico rico em nutrientes minerais de fácil decomposição, como o esterco, pode

fornecer o equivalente a até 390, 1.000, 2.000, 215 e 160 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente. Apesar da disponibilidade desses nutrientes não ser imediata e do curto período em que o estudo foi realizado (60 dias), a quantidade de nutriente disponibilizada é muito alta e a mamona respondeu fortemente, com aumento de 95% em crescimento em altura, 357% em área foliar, 528% em massa seca da parte aérea e 494% em massa seca de raízes.

Ferreira et al. (2004b) demonstraram que a cultura da mamona responde mais vigorosamente à adubação orgânica que à mineral em solos arenosos. Uma grande variedade de compostos orgânicos com forte capacidade de quelatação do Al³⁺, foi incorporado com o esterco, reduzindo a toxicidade do alumínio, como discutido por OLIVEIRA et al. (2002).

A redução do crescimento é percebida de forma mais intensa e crescente pelos valores

de matéria seca das raízes (88 e 60%), matéria seca da parte aérea (84 e 59%), área foliar (77 e 50%) e altura da planta (58 e 33%), respectivamente na ausência e na presença da matéria orgânica (Figura 1).

Deve-se notar que o alumínio promove sempre redução no crescimento, porém mesmo na presença de 2,4 cmol_c dm⁻³ (oito vezes o teor de 0,3 cmol_c dm⁻³, considerado tóxico para a maioria das plantas) a aplicação do esterco promoveu maior crescimento de raízes (135%),

de massa seca da parte aérea (157%), da área foliar (131%) e altura (30%) do que na testemunha.

A redução no crescimento e engrossamento das raízes estão entre os principais sintomas da toxicidade de alumínio (ALMEIDA et al., 2000), o que conseqüentemente reduz o volume de solo explorado pelas raízes, dificulta a absorção de água e nutrientes, compromete a formação dos órgãos da parte aérea, principalmente das folhas e acaba por reduzir a produtividade.

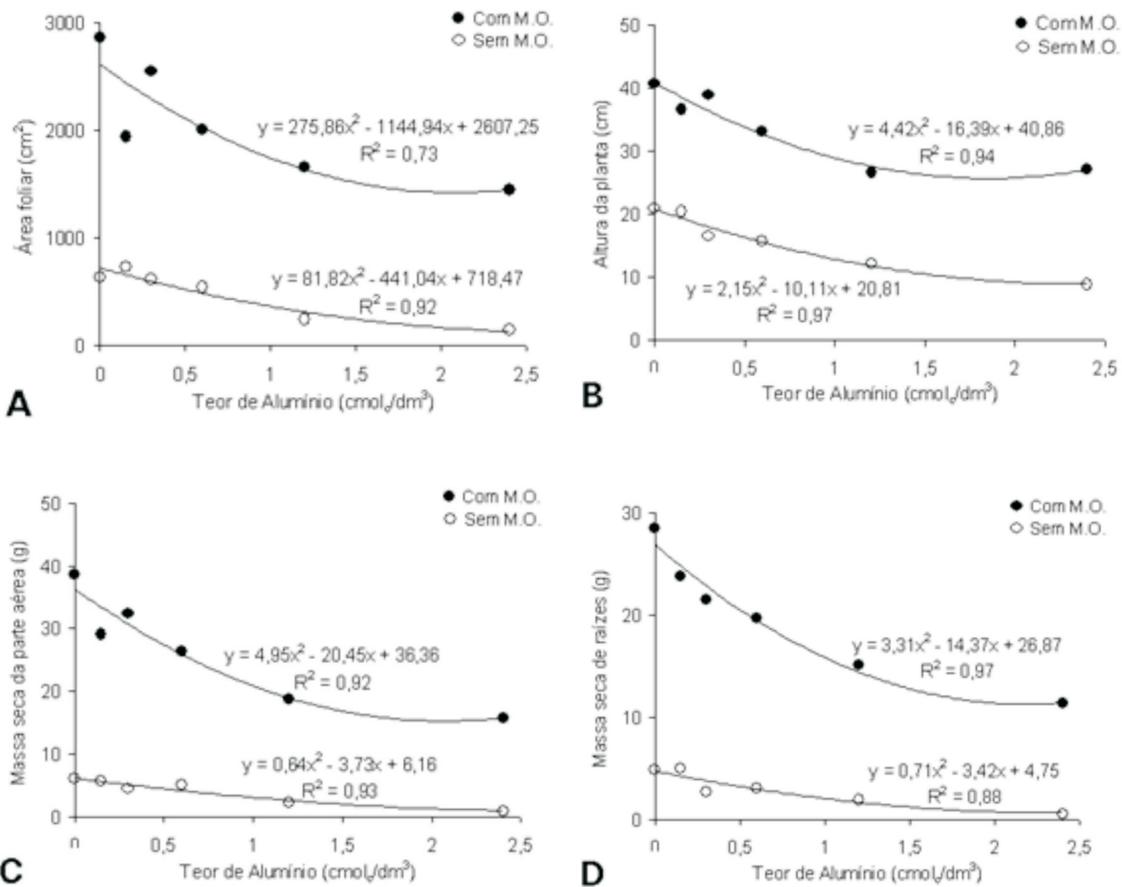


FIG. 1. Valores de altura (A), área foliar (B), massa seca da parte aérea (C) e das raízes (D) de mamoneiras crescidas em solo contendo teores crescentes de alumínio trocável na presença e na ausência de matéria orgânica. Campina Grande, PB, 2004
M.O = Matéria orgânica

CONCLUSÕES

- a mamoneira teve o crescimento prejudicado pela adição de alumínio e favorecido pela a adição de matéria orgânica ao solo
- o efeito fitotóxico do alumínio sobre a mamoneira foi amenizado pela adição de matéria orgânica

AGRADECIMENTOS

À Petrobras e ao Consórcio CENP Energia pelo apoio financeiro para realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.A.S.; MONTEIRO, F.A.; JANK, L. Avaliação de *Panicum maximum* Jacq. para tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 339-344, 2000.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- BEUTLER, A.N.; FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V. Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 923-928, 2001.
- CUSTÓDIO, C.C.; BOMFIM, D.C.; SATURNINO, S.M.; MACHADO NETO, N.B. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p. 145-153, 2002.
- FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P. MORAES, C.R.A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CD- ROM.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; DANTAS, J.P. SEVERINO, L.S. Eficiência comparativa da adubação orgânica nas características morfológicas da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CD-ROM.
- HUE, N.V. Correcting soil acidity of a highly weathered ultisol with chicken manure and sewage sludge. **Soil Science Plant Analyses**, v. 23, n. 34, p. 241-264, 1992.
- KELTJENS, W.G. Plant adaptation and tolerance to acid soils; its possible Al avoidance – A review. In: MONIZ, A.C. **Plant-Soil Interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Viçosa: Brazilian Soil Science Society, 1997. p.109-117.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MENDONÇA, R.J.; CAMBRAIA, J.; OLIVEIRA, J.A.; OLIVA, M.A. Efeito do alumínio na absorção e na utilização de macronutrientes em duas cultivares de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n..7, p. 843-846, 2003.
- MOLOKOBATE, M.S.; HAYNES, R.J. A glasshouse evaluation of the comparative effects of organic amendments, lime and phosphate on alleviation of Al toxicity and P deficiency in an Oxisol. **Journal of Agricultural Science**, v. 140, p. 409-417, 2003.

- OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 393-486, 2002
- PATERNIANI, M.E.A.G.; FURLANI, P.R. Tolerância à toxicidade de alumínio de linhagens e híbridos de milho em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 11-16, 2002.
- SALVADOR, J.O., MOREIRA, A., MALAVOLTA, E., CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 787-796, 2000.
- SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1., p. 753-762, 2004.
- SILVA, I.R.; SMYTH, T.J.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Physiological aspects of aluminum toxicity and tolerance in plants. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 277-335, 2002.
- SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L à adubação e calagem. **Científica**, v. 4, n. 3, p. 274-281, 1976.
- VELOSO, C.A.C.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T.; CARVALHO, E.J.M. Alumínio e a absorção de cálcio por mudas de pimenta do reino. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.141-145, 2000.
- WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p.