

## Teores de nutrientes da parte aérea de linhagens de mamona submetidas ao estresse por alumínio e aplicação de silício <sup>(1)</sup>.

**Luciana de Arruda Garcia <sup>(2)</sup>; Dirceu Maximino Fernandes <sup>(3)</sup>; Leonardo Theodoro Büll <sup>(4)</sup>; Lucas Barbosa de Freitas <sup>(5)</sup>; Natália Rodrigues Ferreira <sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

<sup>(2)</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agricultura; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Botucatu, SP; ldagarcia@fca.unesp.br <sup>(3)</sup> Professor Assistente Doutor – Bolsista CNPq - Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP. <sup>(4)</sup> Professor Titular Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP. <sup>(5)</sup> Pós-graduandos do Curso de Pós-Graduação em Agricultura; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Botucatu, SP.

**RESUMO:** A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa com considerável potencial para a economia do país, pois resiste a longos períodos de seca, além da produção de matéria-prima para diversas aplicações na indústria. Atualmente pouco se sabe sobre a toxidez por alumínio ( $Al^{3+}$ ) e acumulação de silício (Si). O silício absorvido proporciona às plantas melhorias, entre elas ameniza a toxidez por alumínio. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos teores de nutrientes na parte aérea de linhagens de mamona submetidas ao estresse por alumínio e aplicação de silício. O experimento foi conduzido em solução nutritiva em vasos plásticos, contendo quatro litros de solução nutritiva descrita por Furlani & Furlani (1988). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, disposto em modelo fatorial 2x5 com quatro repetições. Os tratamentos empregados foram: duas linhagens de mamona de porte baixo e foram adicionados à solução nutritiva cinco níveis de Si (0, 30, 60, 90, 120 mg dm<sup>-3</sup>). A definição destas duas linhagens ou cultivares foi realizado após um ensaio rápido com  $Al^{3+}$  em solução nutritiva. Entre dez materiais que foram avaliados, e dentre os mais e menos sensíveis, foram adotados duas linhagens para o estudo (CRZ 1 – tolerante e CRZ 9 – sensível). O silício influenciou os teores de fósforo, cálcio e manganês da parte aérea de ambas as linhagens, e influenciou os teores de nitrogênio e ferro somente para a linhagem tolerante ao  $Al^{3+}$ .

**Termos de indexação:** *Ricinus communis* L.; solução nutritiva; nutrição.

### INTRODUÇÃO

A toxidez a alumínio é um dos principais fatores limitantes das produtividades agrícolas em solos ácidos, pelo fato de, os íons de  $Al^{3+}$  presentes na solução do solo, que se encontram hidratados, possuem propriedades químicas capazes de quando

em contato com a água, fazer com que esta seja decomposta, liberando íons hidrogênio, contribuindo com o aumento da acidez do solo, mediante reação de hidrólise (Luchese et al., 2001). O conhecimento da química do alumínio em solos ácidos é de grande interesse, principalmente, devido aos efeitos nocivos do íon  $Al^{3+}$  no crescimento vegetal. A acidez do solo limita a produção agrícola, decorrendo da interação de vários fatores, tais como o aumento da concentração de  $H^{+9}$ (hidrogênio),  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$  (manganês), a diminuição das concentrações dos cátions  $Mg^{2+}$  (magnésio),  $Ca^{2+}$  (cálcio) e  $K^{+}$  (potássio) e, da solubilidade de fósforo e molibdênio. Além disso, provoca redução da atividade microbiana benéfica para as plantas, menor desenvolvimento e conseqüentemente, redução na massa seca que protege o solo causando assim maior incidência de erosão, além do aumento de doenças, principalmente as fungicas em razão da má nutrição das plantas, que prejudicam o seu crescimento (Marschner, 1995; Fageria & Stone, 1999; Freitas et al., 2006). Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos teores de nutrientes na parte aérea de duas linhagens de mamona submetidas ao estresse por alumínio e aplicação de silício

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em solução nutritiva, em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Botucatu.

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, disposto em modelo fatorial 2x5 com quatro repetições. Os tratamentos empregados foram: duas linhagens de mamona de porte baixo e cinco níveis de Si (0, 30, 60, 90, 120 mg dm<sup>-3</sup>) na solução nutritiva. A definição destas duas linhagens realizou-se após um ensaio rápido com  $Al^{3+}$  em solução nutritiva, entre dez materiais, e dentre os mais e menos sensíveis foram os

adotados na metodologia de estudo com o silício. Para a instalação do experimento, as sementes foram acomodadas em germinador à temperatura 25°C. As plântulas foram selecionadas quanto à uniformidade de forma e tamanho, e transferidas para vasos plásticos, contendo quatro litros de solução nutritiva descrita por Furlani & Furlani (1988), à meia força iônica, durante uma semana. Após, a solução nutritiva foi trocada por uma solução de força total Furlani & Furlani (1988) e adicionados os tratamentos com Si e 40 mg dm<sup>-3</sup> de Al<sup>3+</sup>, sob a forma de AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (Fageria & Zimmermann, 1979). Durante todo o período a solução nutritiva foi aerada e o potencial hidrogeniônico (pH) monitorado diariamente, mantendo-o em torno de 4,0, utilizando-se para sua correção NaOH a 0,1 Mol L<sup>-1</sup> e HCl a 0,1 Mol L<sup>-1</sup>. A solução nutritiva foi renovada semanalmente, e as perdas por evapotranspiração foram repostas diariamente com água desmineralizada. Após o transplante, foi realizada a colheita do experimento. As plantas foram seccionadas no colo, separando-se a parte aérea do sistema radicular.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio (N) e fósforo (P) foi alterado com a aplicação de Si, havendo acréscimo inicial e posteriormente decréscimo (**Figuras 1A e B**). A aplicação de Si influenciou o teor de cálcio (Ca) na parte aérea das duas linhagens estudadas (**Figura 1D**). Para a linhagem sensível, apesar de haver aumento no teor de Ca com a aplicação de Si, em todas as doses de Si o teor de Ca na parte aérea foi inferior a 15 g kg<sup>-1</sup>.

A cultura é sensível a baixos teores de Ca no solo (Santos et al., 2004b; Ferreira et al., 2004), o que pode explicar o baixo teor de Ca encontrado na parte aérea das plantas. Segundo Santos et al. (2004a), a deficiência de Ca e Mg promovem redução no crescimento da mamona.

O potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S) não foram influenciados pela aplicação de Si (**Figuras 1C, E e F**).

A linhagem tolerante ao Al<sup>3+</sup> apresentou maior teor de macronutrientes na parte aérea em comparação à linhagem sensível (**Tabela 1**), demonstrando assim, maior adaptabilidade às condições. Por outro lado a linhagem sensível apresentou maior teor de potássio.

Tabela 1. Média dos teores de macro, micronutrientes e silício na parte aérea de linhagens de mamona CRZ1 e CRZ9.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
	g Kg <sup>-1</sup>					
CRZ1	41,6 a	2,8 a	24,3 b	14,2 a	3,1 a	3,4 a
CRZ9	37,9 b	2,0 b	27,1 a	12,0	2,9 b	2,8 b
CV (%)	4,4 **	9,6 **	9,9 **	6,3**	8,0 *	4,2 **
	B	Cu	Mn	Fe	Zn	Si
	mg Kg <sup>-1</sup>					
CRZ1	49,7 a	6,7 a	61,4 a	161,0 a	39,5 a	0,21 a
CRZ9	43,1 b	6,2 b	54,2 b	123,6 b	33,0 b	
CV (%)	11,7 **	7,4 **	7,7 **	9,0 **	13,8 **	20,6 **

Médias seguidas de letras diferentes, dentro de cada parâmetro, diferem entre si, pelo teste t a 5% de probabilidade. \* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Quanto aos micronutrientes, o Si influenciou o teor de ferro (Fe) da linhagem tolerante ao Al<sup>3+</sup> (**Figura 2C**), havendo acréscimo na dose de 30 mg dm<sup>-3</sup> e posteriormente decréscimo. A principal explicação para o decréscimo de Fe na parte aérea é o fato de o Si participar na amenização da toxidez por Fe (Takahashi, 1995; Savant et al., 1997). Nas condições do experimento não foi observado a toxidez visual por Fe, porém, pode ter ocorrido a diminuição no teor de Fe devido a essa interação com o Si.

O Si influenciou as duas linhagens quanto ao teor de manganês (Mn) (**Figura 2D**). Não houve diferença para teor de boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn) na parte aérea das duas linhagens de mamona (**Figuras 2A, B e E**). O teor de Si na parte aérea não foi influenciado pela aplicação de Si (**Figura 2F**).

Esperava-se acréscimo de Si na parte aérea com a aplicação deste elemento, porém, não foi o observado, provavelmente devido ao fato de a mamona não ser planta acumuladora desse íon.

Ao comparar as linhagens quanto ao teor de micronutrientes na parte aérea (**Tabela 1**), observa-se que a linhagem tolerante ao Al<sup>3+</sup> (CRZ 1), é superior nos teores de todos nutrientes e Si, dessa forma, confirmando a hipótese de que a linhagem tolerante é mais eficiente na extração de nutrientes na presença de Al<sup>3+</sup> na solução.

## CONCLUSÕES

1. O silício influenciou o teor de fósforo, cálcio e manganês da parte aérea de ambas as linhagens.
2. O silício influenciou o teor de nitrogênio e ferro somente para a linhagem tolerante ao Al<sup>3+</sup>.



## AGRADECIMENTOS

À agência FAPESP pela concessão de bolsa ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa ao segundo autor.

## REFERÊNCIAS

FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Seleção de cultivares de arroz para tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 14, n.2, 141-147, 1979.

FREITAS et al. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. *Ciência Rural*, 36, n.1, 72-79, 2006.

FURLANI, P. R., FURLANI, A. M. Composição de pH de solução nutritiva para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. *Boletim Técnico Agrônomo*, 121, 21-26, 1988.

LUCHESE, E. B., FAVERO, L. O. B., LENZI, E. Fundamentos de química do solo. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001, 182p.

MALAVOLTA, E, VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípio e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Patafós, 1997. 315p

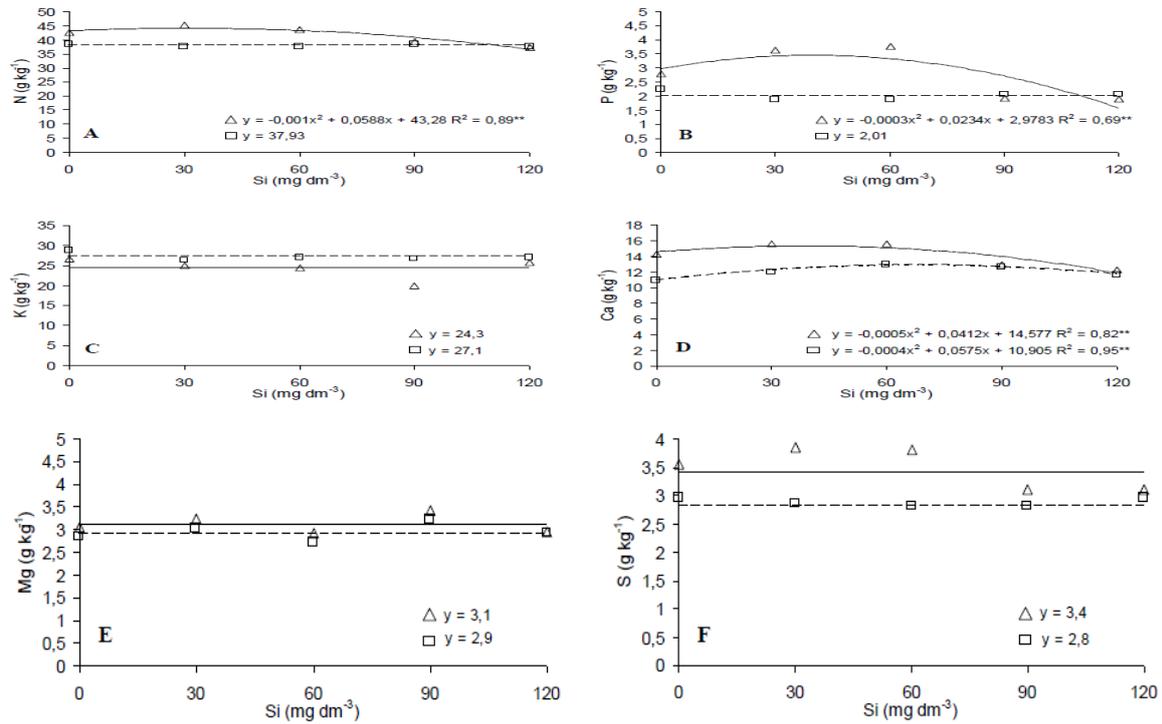
MARSCHINER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2a ed. London: Academic Press, 1995. 889p. Fageria & Stone, 1999;

SANTOS et al. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: Congresso Brasileiro de Mamona, I, 2004, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CD ROM.

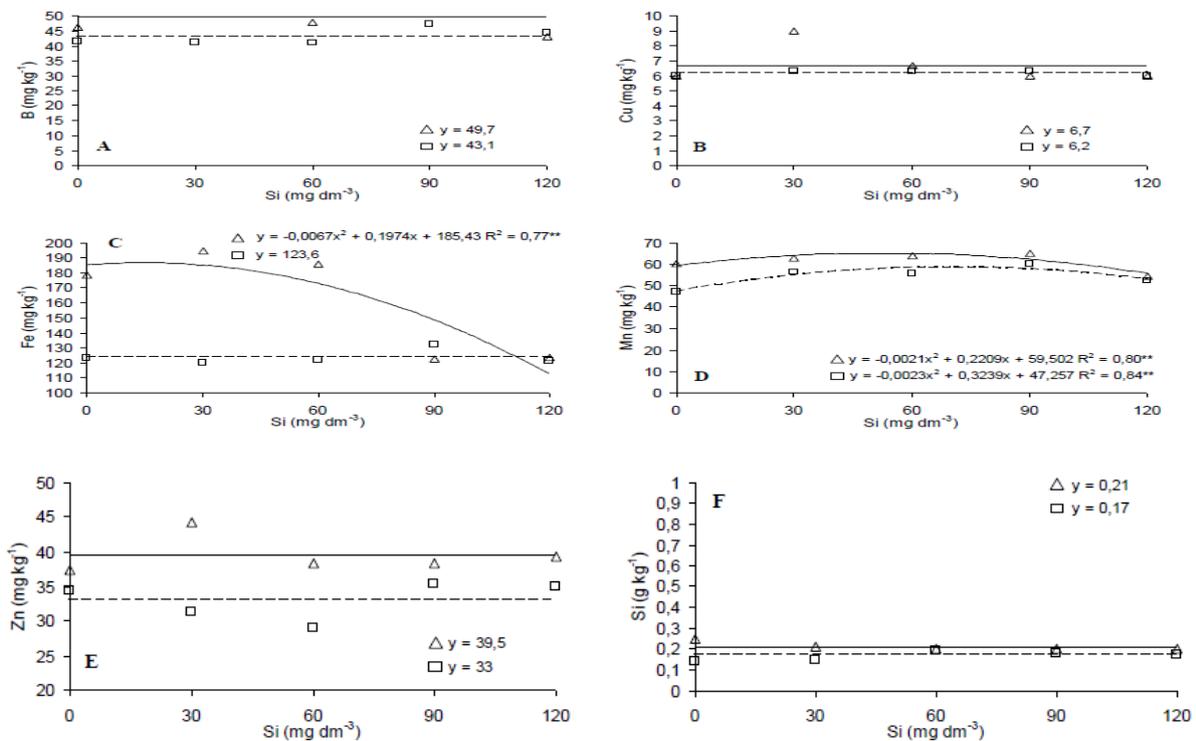
SANTOS et al. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: Congresso Brasileiro de Mamona, I, 2004, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CD ROM.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. *Advances in Agronomy*, New York, 58, 151-199, 1997.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of sílica. In: MATSUO, T. et al.. Science of the rice plant physiology. Tokyo: Food and Agriculture Police Research Center, 420-433, 1995.



**Figura 1.** Teor de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na parte aérea de linhagens de mamona CRZ 1 ( $\Delta$ ) e CRZ 9 ( $\square$ ) em função de doses de silício.



**Figura 2.** Teor de boro (A), cobre (B), ferro (C), manganês (D), zinco (E) e silício (F) na parte aérea de linhagens de mamona CRZ1 ( $\Delta$ ) e CRZ9 ( $\square$ ) em função de doses de silício.