



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2009

versão

**ON LINE**

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 105***

### **Estado Nutricional da Mamoneira: Efeito da Adubação Fosfatada**

*Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>  
Jaqueline Pereira Machado<sup>2</sup>  
Juliana Aguilar Fuhrmann Braun<sup>3</sup>*

Pelotas, RS  
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

**Presidente:** Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

**Membros:** José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

**Suplentes:** Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé  
Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow  
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos  
Editoração eletrônica: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos  
Arte da capa: Bárbara Neves de Britto  
Foto da capa: Jaqueline Pereira Machado (Doutoranda)

**1ª edição**

1ª impressão (2009): 30 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Scivittaro, Walkyria Bueno.

Estado nutricional da mamoneira: efeito da adubação fosfatada / *Walkyria Bueno Scivittaro, Jaqueline Pereira Machado, Juliana Aguilar Fuhrmann Braun.* — Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

19 p. — (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 105).

ISSN 1678-2518

*Ricinus Communis* – Nutrição– Fertilizante – Fósforo. I. *Machado, Jaqueline Pereira.* II. *Braun, Juliana Aguilar Fuhrmann.* III. Título. IV. Série.

---

CDD 633.85

---

## Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	18
Referências.....	18

# Estado Nutricional da Mamoneira: Efeito da Adubação Fosfatada

---

*Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>*

*Jaqueline Pereira Machado<sup>2</sup>*

*Juliana Aguilar Fuhrmann Braun<sup>3</sup>*

## Resumo

O diagnóstico do estado nutricional de uma cultura é uma das ferramentas disponíveis para a verificação da condição da planta quanto à nutrição mineral, bem como da adequação do sistema de adubação utilizado. Realizou-se um estudo para avaliar o efeito da adubação fosfatada sobre o estado nutricional da mamoneira. O estudo foi realizado na safra agrícola 2007/08, em um Planossolo Háplico, no município de Pelotas, RS. Os tratamentos compreenderam as cultivares AL Guarany 2002, de porte e ciclo médios, e Lyra, híbrido de porte baixo e ciclo precoce, e cinco doses de P (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), sendo dispostos em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial. A avaliação do estado nutricional da cultura foi realizada por ocasião da emissão do primeiro cacho, utilizando-se amostra constituída pela quarta folha a partir do ponteiro de 12 plantas de cada parcela. Determinaram-se os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). A adubação fosfatada alterou os teores foliares de N, Ca, B e Fe da

---

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Dra, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, wbscivit@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrôn., doutoranda do Curso de Manejo do Solo do CAV-UDESC, Lages, SC, jaqpmachado@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Química, MSc., pesquisadora do convênio Petrobrás/Embrapa/Fapeg, Pelotas, RS, julianab@cpact.embrapa.br

mamoneira, sendo que, para B, o efeito foi diferenciado entre as cultivares AL Guarany 2002 e Lyra. Os teores de K, S e Cu no tecido foliar da cultivar AL Guarany 2002 foram superiores aos da 'Lyra'.

**Termos para indexação:** *Ricinus communis*, 'AL Guarany 2002', 'Lyra', análise foliar, fósforo, adubo.

# Castor Bean Nutritional Status: Effect of the Phosphatic Fertilization

---

*Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>*

*Jaqueline Pereira Machado<sup>2</sup>*

*Juliana Aguilar Fuhrmann Braun<sup>3</sup>*

## Abstract

The diagnosis of crop nutritional status is one of the available tools for checking the plant condition concerning its mineral nutrition, as well as the appropriateness of the fertilizer system used. A study was conducted to evaluate the effect of phosphorus fertilization on the nutritional status of castor bean. The experiment was carried out during the 2007/08 growing season on a Planossolo Háplico (Albaqualf), in Pelotas, RS. The experiment consisted of cultivars AL Guarany 2002 (medium-sized plants with a medium maturity) and Lyra (small-sized hybrid with an early maturity) and five phosphorus doses (0; 30; 60; 90; and 120 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). The treatments were arranged as a randomized complete block in a factorial design with three replications. Castor bean nutritional status was evaluated using samples constituted by the fourth leaf from the leader shoot of 12 plants from each experimental unit, when the first cluster was formed. Determinations were made for foliar concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, boron, copper, iron, manganese, and zinc contents. Phosphatic fertilization altered castor bean foliar concentrations of nitrogen, calcium, boron, and iron. For boron, the effect was distinct between AL Guarany 2002 and Lyra cultivars. Potassium, sulfur and copper foliar concentrations of the AL Guarany 2002 cultivar were higher than those of the Lyra cultivar.

**Index terms:** *Ricinus communis*, 'AL Guarany 2002', 'Lyra', leaf analysis, phosphorus, fertilizer.

## Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae, possivelmente originária da antiga Abissínia, hoje Etiópia (BELTRÃO et al., 2001). Embora seja considerada uma planta de clima quente, é extremamente adaptável às mais variadas condições ambientais, sendo distribuída em regiões de clima tropical, subtropical e temperado.

Atualmente, a mamoneira é cultivada em quase todos os continentes do mundo. Historicamente, os maiores produtores mundiais de mamona são Índia, China e Brasil, com áreas plantadas, em 2006, de 750.000 hectares, 250.000 hectares e 137.555 hectares, respectivamente. Na safra 2006/07, a produção brasileira foi de 92.327 toneladas, sendo a Bahia o maior produtor, com aproximadamente 72.000 toneladas (MAMONA, 2008). Na região Sul, o cultivo iniciou na safra 2004/05, sendo a área plantada ainda bastante pequena, restringindo-se, basicamente, a pequenas propriedades familiares.

Do ponto de vista agroindustrial, o fruto apresenta aproveitamento integral, obtendo-se como produto principal o óleo extraído dos grãos e, como subproduto, a torta, que pode ser utilizada como adubo orgânico (BELTRÃO et al., 2001) e na alimentação de ruminantes, devido ao alto teor de fibras, após a remoção da toxina ricina.

A importância da cultura é oriunda das várias aplicações de seu óleo no mundo moderno, servindo como lubrificante na aeronáutica, como óleo fluido para instalações hidráulicas e, após a desidratação, para a fabricação de tintas e isolantes. O óleo é utilizado, ainda, como base para a manufatura de cosméticos e de muitos tipos de drogas farmacêuticas, além de vários processos industriais, como a fabricação de corantes, anilina, desinfetantes, germicidas, colas e aderentes, bases para fungicidas

e inseticidas, tintas de impressão e vernizes. Outra aplicação importante do óleo de mamona é na fabricação de nylon e da matéria plástica (SILVA et al., 2005).

Devido ao fato de não existirem bons substitutos em muitas das aplicações do óleo da mamona, assim como por sua versatilidade industrial, sua demanda vem se expandindo bastante no Brasil e em outros países industrializados.

No Brasil, com a instituição do Programa Nacional de Biodiesel, a produção de óleo de mamona para a fabricação de biodiesel tornou-se uma atividade muito promissora. Acredita-se que, com os investimentos em tecnologia que estão sendo feitos pela indústria e por empresas comercializadoras do óleo e de seus derivados, o Brasil poderá voltar a crescer em produção e competir mais fortemente no mercado internacional nas próximas décadas (SILVA et al., 2005).

Em vista das inúmeras e importantes utilizações do óleo e da demanda crescente, a cultura da mamoneira passou a receber maior atenção da pesquisa nos últimos anos. Com relação a tecnologias de obtenção da matéria-prima, estudos de diferentes naturezas vêm sendo realizados nas diferentes regiões de cultivo. No Rio Grande do Sul, um dos focos da pesquisa refere-se ao estabelecimento de recomendações de adubação específicas para suas condições edafoclimáticas, visto que as adubações praticadas resultam, basicamente, da adaptação de indicações estabelecidas para outras regiões produtoras do País, podendo estar sendo subestimadas ou superestimadas as exigências nutricionais da cultura, limitando a expressão do potencial de produtividade e afetando a qualidade do produto final.

Uma forma de diagnóstico da condição nutricional da cultura e da adequação do sistema de adubação praticado consiste na avaliação de seu estado nutricional. Com este objetivo, realizou-se um experimento para avaliar o efeito da adubação fosfatada sobre o estado nutricional da mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra, nas condições edafoclimáticas da região Sul do Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido sob condições de campo, no ano agrícola 2007/08, em área de produção comercial localizada no município de Pelotas, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico, apresentava as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm, por ocasião da instalação do experimento:  $\text{pH}_{(\text{água})}$ : 5,8;  $20 \text{ g dm}^{-3}$  de M.O.;  $5,9 \text{ mg dm}^{-3}$  de P;  $82 \text{ mg dm}^{-3}$  de K;  $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Al;  $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Ca;  $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Mg, CTC de  $8,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e saturação por bases de 56%. Os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio são interpretados, respectivamente, como baixo, baixo e alto, conforme SOCIEDADE (2004).

Utilizaram-se as cultivares de mamona 'AL Guarany 2002', de porte médio, coloração das hastes roxo-avermelhada com cerosidade, ramificações com angulação bem fechada, frutos indeiscentes e ciclo de aproximadamente 180 dias até a colheita de cachos terciários, e o híbrido 'Lyra', de porte baixo, possibilitando a colheita mecânica, alta porcentagem de flores femininas, frutos indeiscentes e ciclo precoce (SAVY FILHO, 2005). Para cada cultivar, estudou-se o efeito de cinco doses de fósforo (0; 30; 60; 90 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso, em esquema fatorial  $2 \times 5$ , com três repetições. As dimensões das parcelas experimentais foram:  $6,4 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ , para a 'AL Guarany 2002', e  $3,2 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ , para a 'Lyra', em razão de variações no espaçamento entre linhas. Para a cultivar AL Guarany 2002, este foi de  $1,6 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$  e para 'Lyra', de  $0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ . As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de planta, sendo consideradas, na parcela útil, apenas as duas linhas centrais, desconsiderando-se as plantas dispostas em suas extremidades.

O experimento foi implantado em sistema convencional de preparo do solo, que compreendeu operações de escarificação e gradagem. As sementes de mamona, previamente tratadas com o fungicida carbendazim/thiram ( $300 \text{ mL}$  de p.c./ $100 \text{ kg}$  sementes), foram semeadas manualmente em dezembro de 2007, utilizando-se duas a três sementes por cova. Cerca de duas semanas após a emergência foi realizado o desbaste, mantendo-se uma planta por cova.

O fertilizante fosfatado (superfosfato triplo), nas doses correspondentes aos tratamentos, foi aplicado integralmente na sementeira. Nesta ocasião, todos os tratamentos receberam, ainda, a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Os fertilizantes foram aplicados a lanço, em área total, e incorporados. Aos 35 dias após a emergência, procedeu-se à adubação em cobertura, junto às linhas de sementeira, consistindo na aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Como fontes de nitrogênio e de potássio, utilizaram-se, respectivamente, uréia e cloreto de potássio.

Para o controle de plantas daninhas, aplicou-se, em pós-emergência, o herbicida sethoxidim, na dose de 320 g ha<sup>-1</sup>, misturado a óleo mineral (0,5% do volume de calda). Complementarmente, realizaram-se capinas manuais periódicas da área experimental. O controle de pragas compreendeu uma aplicação do inseticida deltametrina (177 g ha<sup>-1</sup>) para o controle de lagarta-da-soja, cerca de 50 dias após a sementeira. Após o início da frutificação, realizou-se uma aplicação do fungicida tiofanato metílico (49 g/100 L) para o controle de mofo-cinzeno.

Por ocasião da emissão do primeiro cacho, avaliou-se o estado nutricional da mamoneira, coletando-se a quarta folha a partir do ponteiro de 12 plantas por parcela. Para a análise química, descartou-se a nervura central das folhas (MALAVOLTA et al., 1997). O material vegetal foi seco em estufa a 65 °C, até atingir massa constante e, posteriormente, foi moído e submetido a análises químicas, determinando-se os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco (FREIRE, 2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativa ao nível de 5%, procedeu-se à comparação das médias de cultivares de mamoneira, pelo teste de Duncan (5%), e à análise de regressão polinomial (5%), para a comparação do efeito das doses de fósforo.

## Resultados e Discussão

Os teores de fósforo, magnésio, manganês e zinco na folha da mamoneira não sofreram influência dos tratamentos, apresentando como valores médios no experimento: 4,2 g kg<sup>-1</sup> de P; 2,8 g kg<sup>-1</sup> de Mg; 141 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 42 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

O teor foliar de fósforo determinado foi pouco superior à faixa de suficiência indicada para a cultura 3-4 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997), revelando boa capacidade de absorção do nutriente de ambas as cultivares utilizadas, visto que, independentemente da dose do nutriente e apesar do teor inicial baixo no solo, essas mantiveram teores elevados de P no tecido vegetal. Para o magnésio, o teor foliar médio determinado foi superior ao nível crítico estabelecido para a cultura (2,5 g kg<sup>-1</sup>) (MALAVOLTA et al., 1997). Para manganês e zinco, embora não se disponha na literatura de indicações de faixas de suficiência, a comparação dos teores foliares médios destes micronutrientes encontrados com os dados disponíveis na literatura (LÉLES, 2008; PAULO et al., 1989; SOUZA e NATALE, 1997) indica semelhança de valores. Ademais, para ambas as cultivares, não foram observados sintomas visuais de deficiência desses micronutrientes.

Os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio e enxofre da cultivar AL Guarany 2002 foram superiores aos determinados para a cultivar Lyra (Tabela 1), demonstrando maior capacidade de absorção desses nutrientes pela 'AL Guarany 2002', uma vez que, por apresentar porte maior que a 'Lyra', está sujeita à maior diluição dos teores de nutrientes no tecido vegetal.

**Tabela 1.** Teores de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre e cobre na folha da mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra.

Cultivar	g kg <sup>-1</sup>				Cu mg kg <sup>-1</sup>
	N	K	Ca	S	
AL Guarany	54,9 a	22,7 a	13,6 a	4,3 a	15 a
Lyra	52,7 b	20,1 b	11,3 b	4,1 b	10 b
CV(%)	4,7	11,9	11,9	6,4	7,9

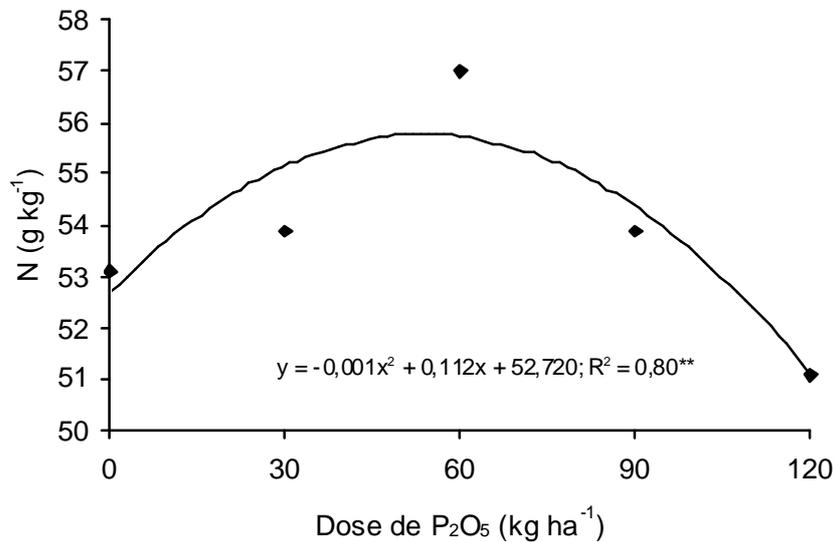
Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Segundo NAKAGAWA e NEPTUNE (1971), aos 64 dias após a germinação, os níveis críticos de nitrogênio e potássio na folha da mamoneira são, respectivamente, 41 g kg<sup>-1</sup> e 46 g kg<sup>-1</sup>. De acordo com essa classificação, os teores de nitrogênio determinados para ambas as cultivares no presente estudo foram elevados e os de potássio, baixos.

Comportamento semelhante é verificado ao se compararem os resultados com as faixas de suficiência estabelecidas por MALAVOLTA et al. (1997). Considerando-se os padrões de referência estabelecidos para a mamoneira por estes últimos autores, nota-se que também os teores de cálcio não atingiram o nível crítico preconizado ( $15 \text{ g kg}^{-1}$ ) e, contrariamente, que os teores foliares de enxofre determinados superaram a faixa de suficiência ( $2,5\text{-}3,5 \text{ g kg}^{-1}$ ). Atribuem-se os valores restritivos de cálcio no tecido foliar determinados ao conteúdo inicial baixo do nutriente no solo (SOCIEDADE, 2004) e à ausência de calagem da área experimental. Assim, o aporte do nutriente ao solo restringiu-se ao cálcio contido no fertilizante fosfatado, o qual, mesmo nas doses mais elevadas, não promoveu suficiência do nutriente no tecido vegetal da mamoneira. É possível, ainda, que o padrão de comparação para cálcio utilizado (MALAVOLTA et al., 1997) não seja adequado para as cultivares utilizadas, superestimando a necessidade do nutriente da planta.

O teor foliar de cobre da 'AL Guarany 2002' foi 50% superior ao da cultivar Lyra (Tabela 1), que foi próximo aos  $7 \text{ mg kg}^{-1}$ , obtido por LÉLES (2008), para plantas adequadamente supridas do nutriente.

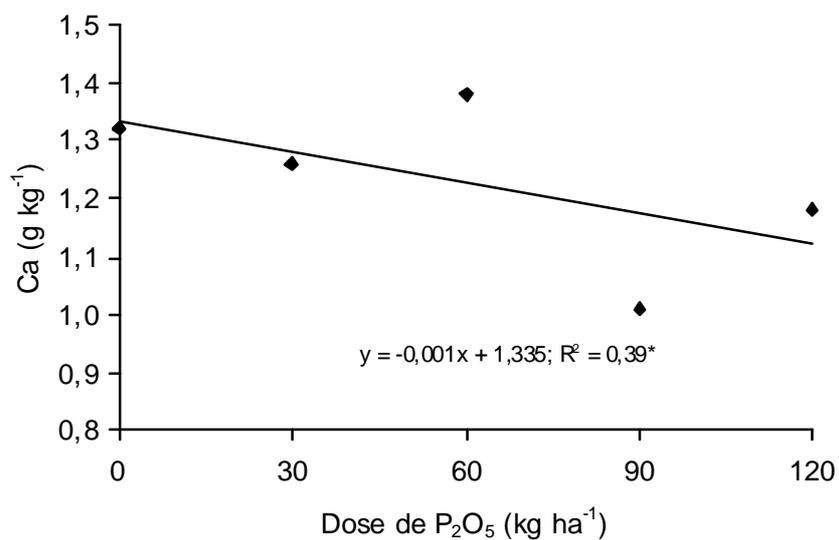
A variação na dose de fósforo influenciou o teor foliar de nitrogênio na mamoneira. Os dados obtidos ajustaram-se a modelo quadrático, com valor máximo correspondente à dose de  $56 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 1). JESCHKE et al. (1997) avaliaram a interação entre N e P na mamoneira, tendo observado elevação no teor de nitrato na planta em resposta ao aumento na concentração de fósforo em solução. Isto se deve ao aumento na eficiência na absorção de ânions pelas plantas com o suprimento adequado de P, uma vez que esse transporte é efetuado contra um gradiente de potencial eletroquímico, requerendo energia na forma de ATP (MALAVOLTA et al., 1997).



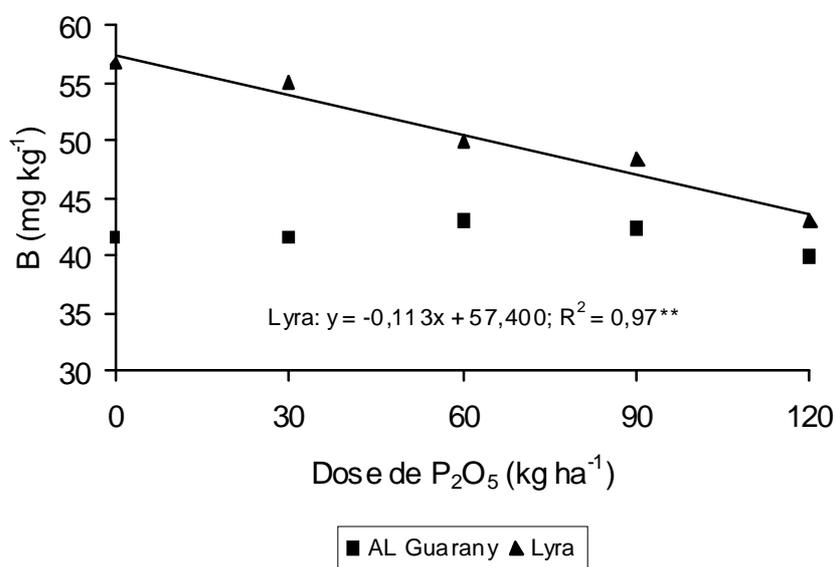
**Figura 1.** Teor de nitrogênio na folha da mamoneira em função da dose de fósforo utilizada na adubação.

O teor foliar de cálcio na mamoneira decresceu proporcionalmente ao aumento da dose de fósforo (Figura 2), possivelmente em razão da ocorrência de efeito de diluição, decorrente do maior crescimento da planta quando adubada com doses maiores do nutriente. Ressalta-se que, devido ao adubo fosfatado empregado (superfosfato triplo) possuir 21% de CaO, o comportamento observado contrapõe-se à expectativa de aumento da disponibilidade de cálcio no complexo de troca e na absorção pela mamoneira, em resposta ao aumento da dose de fosfato utilizada na adubação.

Os teores foliares de boro na cultivar Lyra decresceram com a dose de fósforo (Figura 3), indicando que a concentração de B acompanhou as variações no porte da planta, diminuindo à medida em que se elevou a dose de P e, conseqüentemente, o crescimento da planta. Para ambas as cultivares, os teores foliares de boro observados ficaram dentro da faixa de suficiência indicada por SOUZA e NATALE (1997), de 35 a 91 mg kg<sup>-1</sup> de B.



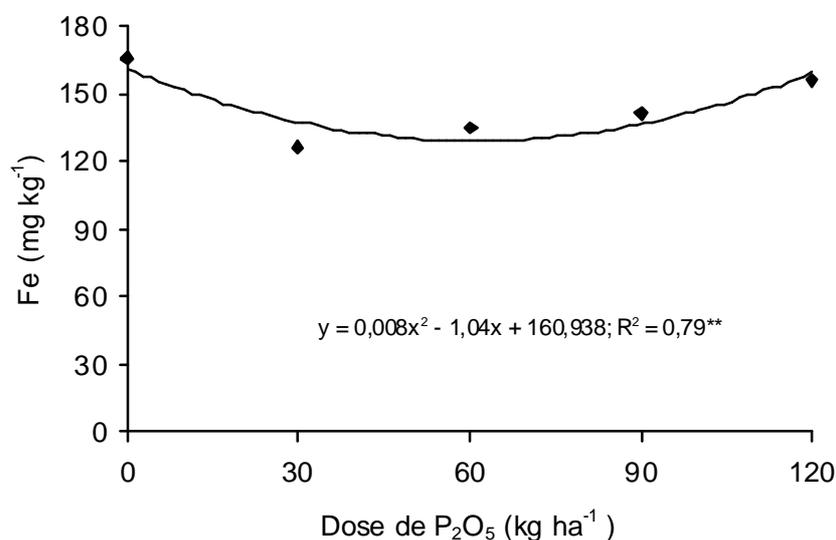
**Figura 2.** Teor de cálcio na folha da mamoneira em função da dose de fósforo utilizada na adubação.



**Figura 3.** Teor de boro na folha da mamoneira em função da dose de fósforo utilizada na adubação.

O teor de ferro no tecido foliar da mamoneira variou com a dose de fósforo (Figura 4). Os dados foram descritos por modelo quadrático com valor mínimo correspondente à dose de 65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Este resultado difere daquele descrito por SILVA et al. (2008), que determinaram redução na concentração do nutriente na mamoneira em resposta ao aumento da adubação fosfatada. Assim como o desequilíbrio em relação a outros micronutrientes, como Mn, Cu e Mo, e a condição de pH elevado, o excesso de fósforo no solo e na planta são condições que predispõem à deficiência de ferro (ABREU et al., 2007).

Possivelmente, o efeito diverso determinado neste estudo esteja associado ao pH do solo utilizado (5,8), que se encontra dentro da faixa de maior disponibilidade de ferro (4,0-6,0). Os teores de Fe determinados no experimento foram menores que os reportados por LÉLES (2008), para a 'AL Guarany 2002' em Latossolo Vermelho distrófico, rico em ferro, do município de Botucatu, SP. Apesar deste resultado, não foram visualizados sintomas de deficiência do nutriente para nenhuma das cultivares avaliadas.



**Figura 4.** Teor de ferro na folha da mamoneira em função da dose de fósforo utilizada na adubação.

## Conclusão

Os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre e cobre da cultivar AL Guarany 2002 são superiores ao da 'Lyra'. A adubação fosfatada altera os teores foliares de nitrogênio, cálcio, boro e ferro na mamoneira.

## Referências

- ABREU, C. A. de; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. dos. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES V., V. H.; BARROS, F. N.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 645-736.
- BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. L. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.
- FREIRE, C. J. da S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário**. 2.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 201 p.
- JESCHKE, W. D.; KIRKBY, E. A.; PEUKE, A. D.; PATE, J. S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on assimilation and transport of nitrate and phosphate in intact plants of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Journal of Experimental Botany**, London, v. 48, n. 306, p. 75-91, 1997.
- LÉLES, E. P. **Interação de doses de calcário e zinco na mamoneira**. 2008. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MAMONA. **Agrianual**, São Paulo, p. 48, 2008.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar "Campinas". **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 28, p. 323-337, 1971.

PAULO, E. M.; BATAGLIA, O. C.; KASAI, F. S.; CAVICHIOLI, J. C. Deficiência de boro em mamona. **Bragantia**, Campinas, v. 48, p. 241-247, 1989.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SILVA, D. F.; FERRO, J. H. de A.; TRINDADE, R. C. P.; OLIVEIRA, M. W. de; COSTA, J. P. V. da; CALHEIROS, A. S. Estado nutricional e acúmulo de nutrientes em mamoneira submetidas a diferentes doses de fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica: Anais...** Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

SILVA, S. D. A.; ANDRES, A.; UENO, B.; FLORES, C. A.; GOMES, C. B.; PILLON, C. N.; ANTHONISEN, D.; MACHADO, E. B.; THEISEN, G.; MAGNANI, M.; WREGE, M. S.; AIRES, R. F. **A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 56 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 149).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (SBCS - CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

SOUZA, E. A.; NATALE, W. Efeito do boro e zinco na cultura da mamoneira. **Científica**, São Paulo, v. 2, p. 327-333, 1997.