



## RÚCULA SUBMETIDA A DOSES DE FÓSFORO EM LATOSSOLO VERMELHO DO CERRADO

Márcio Koetz<sup>1</sup>, Kassio dos Santos Carvalho<sup>2</sup>, Edna Maria Bonfim-Silva<sup>1</sup>, Cristina Gonçalves Rezende<sup>2</sup>, Jeremias Caetano da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Rondonópolis, ([marciokoetz@yahoo.com.br](mailto:marciokoetz@yahoo.com.br))

<sup>2</sup> Pós-graduando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Universitário de Rondonópolis  
Rondonópolis - Brasil

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de fósforo sobre a produção da rúcula (*Eruca sativa* Miller), instalou-se o presente experimento em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *Campus* de Rondonópolis-MT. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo testadas seis doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no solo (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg dm<sup>-3</sup>). Cultivaram-se cinco plantas de rúcula por vaso de 5,5 dm<sup>3</sup> de um LATOSSOLO Vermelho. Durante o período experimental foram obtidos dados de altura e número de folhas das plantas, peso seco e fresco da parte aérea, peso seco da raiz e leitura SPAD. Pelos resultados obtidos, verifica-se que o maior valor para a leitura SPAD (50,85) foi observado para a dose de 493,89 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A maior produção de folhas foi obtida com a dose de 316,5 mg dm<sup>-3</sup>, enquanto que para a massa fresca da parte aérea, a maior produção foi obtida com a dose de 477,79 mg dm<sup>-3</sup>. As doses de fósforo aplicadas influenciaram positivamente a massa seca da parte aérea e de raiz, demonstrando um efeito linear crescente sobre estas variáveis. A adubação com o uso de fósforo proporcionou um aumento na altura das plantas, com o valor máximo para a dose de 416,02 mg dm<sup>-3</sup>. A cultura da rúcula responde bem ao fósforo aplicado em Latossolo Vermelho do Cerrado, com incremento na altura, no número de folhas, na leitura SPAD e na produção de rúcula.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Eruca sativa*, adubação fosfatada, casa de vegetação.

### ARUGULA SUBMITTED PHOSPHORUS DOSES IN CERRADO RED OXISOL

#### ABSTRACT

With the objective of evaluating the effects of phosphorus on the production of arugula (*Eruca sativa* Miller), settled the present experiment in a greenhouse at the Institute of Science Agrarian end Technological, of the Federal University of Mato Grosso (UFMT), *Campus* Rondonópolis-MT. We used a completely randomized design with four replications and tested six doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in soil (0, 100, 200, 300,

400 and 500 mg dm<sup>-3</sup>). Were grown five plants of arugula per pot of 5.5 dm<sup>3</sup> of a Red LATOSSOLO. During the experimental were obtained data from height and number of leaves, fresh and dry weight of shoot, root dry weight and SPAD reading. By the results obtained it is verified there the highest value for reading SPAD (50.85) was observed for the dose of 493.89 mg dm<sup>-3</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The greater leaf production was obtained with a dose of 316.5 mg dm<sup>-3</sup>, while for the fresh weight of shoots, the highest production was obtained with the dose of 477.79 mg dm<sup>-3</sup>. The phosphorus doses influenced the dry mass of shoots and roots, showing a linear increasing effect on these variables. The fertilization with the use of phosphorus resulted in an increase in plant height, with the maximum value for the dose of 416.02 mg dm<sup>-3</sup>. The culture of the arugula responds well to applied phosphorus in the red Oxisol of the Cerrado, with increase in height, number of leaves, SPAD reading and production of arugula.

**KEYWORDS:** *Eruca sativa*, fertilization phosphate, Greenhouse.

## INTRODUÇÃO

A rúcula é uma hortaliça folhosa da família Brassicaceae, apresentando porte baixo e folhas tenras. Dentre as hortaliças mais comercializadas no Brasil, a rúcula ocupa a 24<sup>a</sup> posição (EMBRAPA/SEBRAE, 2010). Ela é consumida principalmente “in natura” como salada, sendo adicionada de diversas formas aos mais variados pratos da gastronomia brasileira. É originária da Europa, Ásia Ocidental e Norte da África (MINAMI *et al.*, 1998). A rúcula é considerada rica em potássio (K), enxofre (S), ferro (Fe) e vitaminas A e C. É muito apreciada pelo seu sabor picante e aroma agradável e acentuado, possuindo efeitos anti-inflamatórios e desintoxicantes para o organismo (TRANI & PASSOS, 1998).

O estado que mais comercializa é São Paulo, sendo que dados levantados pelo sistema de informação e estatística de mercado da CEAGESP, demonstram que a evolução do volume comercializado de rúcula neste entreposto entre 1999 e 2009, teve um aumento de 103%, chegando a uma produção de 3.445 toneladas (ROCHA, 2010).

A produção dessa cultura é realizada principalmente pela facilidade de seu cultivo, ciclo curto e viabilidade econômica. Porém, este tipo de produção fica restrito a alimentação familiar, pois, quando destinada a grandes consumidores da rede alimentícia, as exigências quanto à qualidade nutricional das folhas e suas formas biométricas requerem uma maior atenção em sua produção e manejo.

As plantas dependem de fatores relacionados às condições edafoclimáticas para que possam obter um bom desenvolvimento. Dentre estes fatores está a disponibilidade de nutrientes presentes na solução do solo. A rúcula possui rápido crescimento, intensa produção, sendo necessária a reposição destes nutrientes via adubação. O fósforo é um importante nutriente para as plantas e sua presença na solução do solo promove um adequado desenvolvimento, elevando a produção das hortaliças. Alguns trabalhos mostram elevação do rendimento das hortaliças, em função da aplicação de adubos fosfatados (CESSA *et al.*, 2009; BISCARO *et al.*, 2012; BISCARO *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2008; JÚNIOR *et al.*, 2009). A deficiência de P é um dos principais fatores que limitam a produção agrícola em solos ácidos. De acordo com MALAVOLTA (1976), 75% dos solos brasileiros têm teores baixos de fósforo. Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa verificar a

resposta da rúcula quando submetida a doses de fósforo em um LATOSSOLO Vermelho do Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da área experimental do curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, em Rondonópolis – UFMT, no período de 26 abril a 01 julho de 2012, situado na latitude sul de 16°27' e longitude oeste de 54°34', em altitude de 288 metros.

O solo utilizado é classificado como LATOSSOLO Vermelho, cuja caracterização química e física (Tabela 1), analisado de acordo com a EMBRAPA (1997). Este foi coletado em Cerrado nativo e peneirado em malha de 4 mm, sendo posteriormente incubado com calcário dolomítico (PRNT = 80,3%), elevando-se a saturação por bases para 70%.

**TABELA 1.** Caracterização química e granulométrica de LATOSSOLO Vermelho proveniente de Cerrado nativo.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	T	MO	V	m	Areia	Silte	Argila
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						g kg <sup>-1</sup>	%			g kg <sup>-1</sup>	
4,7	1,2	40	0,2	0,1	1,6	4,5	6,5	24,8	9,8	66,3	740	105	155

Cada parcela experimental foi constituída por um vaso com capacidade para 5,5 dm<sup>3</sup> de solo, com cinco plantas e a lâmina de irrigação foi controlada por meio de seis irrigas, instalados nos tratamentos. Os irrigas foram instalados na profundidade de 5 cm e as leituras foram feitas diariamente conforme CALBO & SILVA (2005).

As irrigações foram realizadas quando pelo menos os três valores obtidos nos medidores acusavam a tensão de 25 kPa indicada para a reposição de 100% da água no solo.

A curva de retenção de água no solo foi determinada em amostras deformadas, usando o método de funil de placa porosa e a câmara de pressão de Richards. A retenção de água no solo em percentagem de volume foi ajustada ao modelo de GENUCHEN (1980) de acordo com a equação 1:

$$\theta = \frac{0,468}{(1 + (0,0573\psi m)^{0,3545})^{0,5724}} \quad (1)$$

em que:

$\theta$  = Umidade com base em volume (cm<sup>-3</sup> . cm<sup>-3</sup>);

$\psi m$  = Tensão média de água no solo (kPa);

Tendo-se a curva de retenção, a irrigação foi realizada elevando-se a umidade do solo à capacidade de campo de 10 kPa.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis doses de fósforo (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg dm<sup>-3</sup>), que foi incorporada ao solo 30 dias após a calagem, sendo a fonte usada de superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Ao mesmo tempo, foi realizada a adubação com 200 e 150 mg dm<sup>-3</sup> de cloreto de potássio e uréia, respectivamente. A aplicação da uréia foi feita por meio de

solução, dividido em três aplicações com intervalo de três dias entre uma aplicação e outra.

Um dia após a adubação fosfatada, realizou-se a semeadura da rúcula nos vasos, com 15 sementes por unidade experimental, sendo o desbaste realizado aos oito dias após o plantio, deixando cinco mudas por vaso.

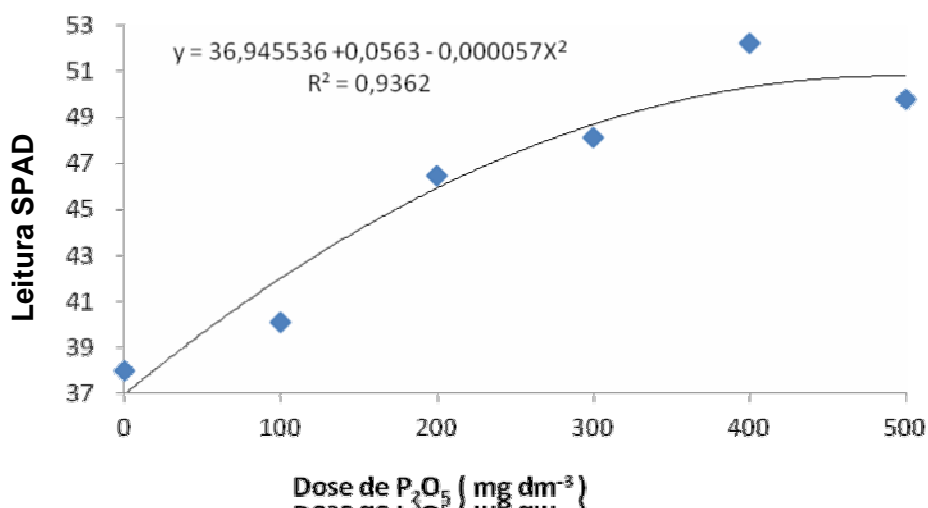
Vinte e três dias após o desbaste foi realizado a contagem das folhas, a medição da altura de plantas, a leitura SPAD e o corte das plantas. A altura de plantas foi medida com régua graduada e a leitura SPAD realizada por meio de clorofilômetro portátil.

Após o corte da parte aérea e pesagem para determinação da massa fresca, coletou-se as raízes, que foram peneiradas, em malha de 4 mm, e lavadas. A parte aérea e as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar, a 65°C por 72 horas, e em seguida pesadas.

Os resultados foram submetidos à análise de regressão, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A leitura SPAD apresentou diferença significativa quando submetida ao teste de F, a 1% de probabilidade, para as diferentes doses de fósforo aplicadas ao solo. Observando-se os valores das leituras quando submetidos à regressão polinomial, pode-se verificar que o maior valor da leitura SPAD (50,85) foi observado na dose de 493,86 mg dm<sup>-3</sup>, o que representa um incremento de 27,33% quando comparado com a testemunha (Figura 1). Nota-se com isso que com o aumento nas doses de fósforo no solo, aumentou-se o teor de clorofila nas folhas de rúcula. De acordo com BONFIM-SILVA *et al.*, (2012), é importante relacionar a medida do clorofilômetro com a disponibilidade de outros nutrientes, além do nitrogênio.

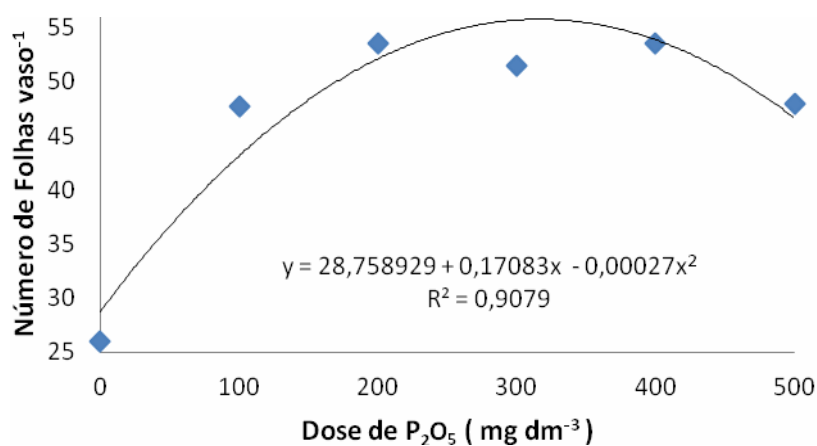


**FIGURA 1.** Leitura SPAD nas folhas de rúcula em função das doses de fósforo.

O incremento observado no teor de clorofila das folhas de rúcula pelo índice da leitura SPAD, demonstra que o fósforo interfere na assimilação do nitrogênio pela planta. O fósforo é componente da adenosina trifosfato (ATP), que é uma molécula

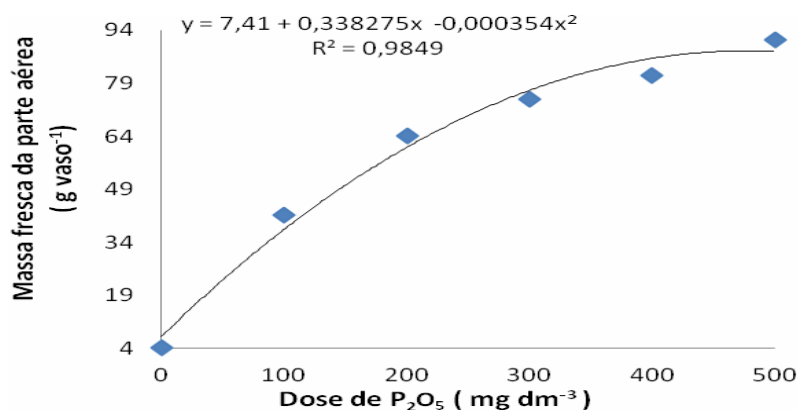
que fornece energia no metabolismo de assimilação de nitrogênio pela planta. A assimilação de nitrogênio é altamente exigente em termos de energia, requerendo dois elétrons e um ATP por molécula de  $\text{NH}_4^+$  convertida em glutamato (BLOMM *et al.*, 1992).

O número de folhas de rúcula apresentou diferença significativa e conforme a equação de regressão quadrática mostra a maior produção de folhas (55,78) foi obtida na dose de 316,35  $\text{mg dm}^{-3}$ , mostrando um incremento de 48,44% quando comparado com a ausência de aplicação (Figura 2). KANO *et al.*, (2012), observaram resposta linear para o número de folhas, até a dose de 800  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para a cultura da alface demonstrando uma resposta destas folhosas à adubação fosfatada.



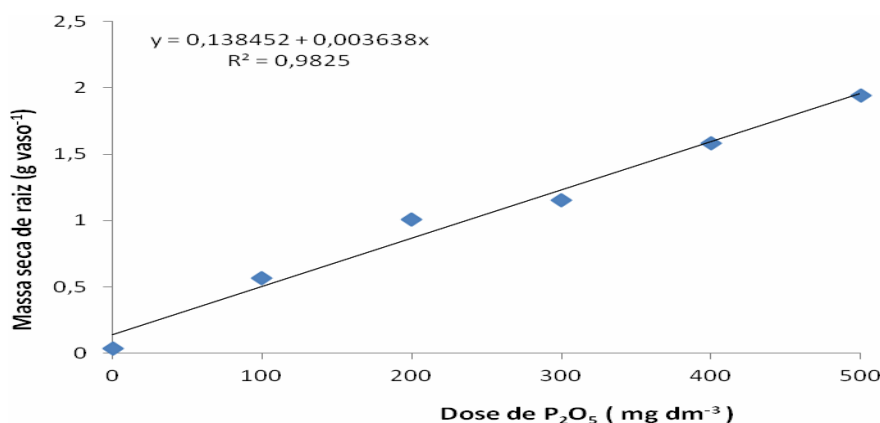
**FIGURA 2.** Número de folhas de rúcula em função das doses de fósforo.

A massa fresca da parte aérea foi representada por um modelo de regressão quadrática, o qual apresentou um incremento de 91,6% quando comparado a máxima produção obtido na dose de 477,79  $\text{mg dm}^{-3}$  com o tratamento controle (Figura 3). Isto provavelmente se deve ao fato de o superfosfato simples apresenta alta solubilidade em água, sendo prontamente disponível para as plantas, porém, acima de certo ponto, os níveis de fósforo podem provocar um antagonismo nutricional, ocasionando queda na produtividade (MOTA *et al.*, 2003). Estes autores verificaram na aplicação do superfosfato simples uma regressão quadrática quanto à produção total de alface, com a máxima produção estimada na dose de fósforo de 672  $\text{kg ha}^{-1}$ .



**FIGURA 3.** Massa fresca da parte aérea de rúcula em função das doses de fósforo.

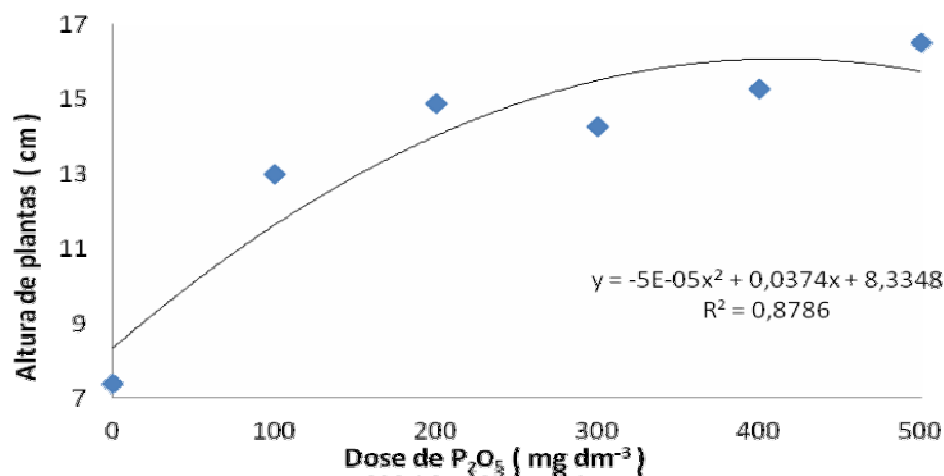
A massa seca de raiz foi descrita por um modelo de regressão linear, apresentando um incremento de 92,93% quando comparado a maior dose com a ausência de aplicação (Figura 4). O fósforo é o único ânion capaz de realizar ligações diester, essa característica lhe dá singular importância, pois está envolvido em processos essenciais às plantas como fotossíntese, regulação proteica e respiração (MARSCHNER, 1995). Devido a esta importância no metabolismo, é esperado que sua limitação afete o desenvolvimento, principalmente do sistema radicular. Parte dessas modificações serve como sistema de resgate, buscando aumentar a captação para suprir as necessidades de fósforo indisponível e manter o crescimento e o desenvolvimento das plantas em níveis adequados (SILVA & DELATORRE, 2009).



**FIGURA 4.** Massa seca de raiz de rúcula em função das doses de fósforo.

A altura de planta de rúcula foi descrita em um modelo quadrático quando submetido à variação nas doses de fósforo. A maior altura foi verificada na dose de 416 mg dm<sup>-3</sup>, sendo que a partir desse momento houve um decréscimo (Figura 5). KANO (2006), encontrou resposta que ajustou-se ao modelo quadrático com o máximo valor obtido na dose de 501 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a cultura da alface. AVALHAES *et al.*, (2009), observaram um aumento quadrático na altura das plantas

de beterraba conforme o aumento das doses de fósforo aplicadas, até a dose de 320 mg dm<sup>-3</sup>.



**FIGURA 5:** Altura de plantas de rúcula em função das doses de fósforo.

## CONCLUSÕES

O fósforo aplicado em LATOSSOLO Vermelho do Cerrado incrementa a altura, número de folhas, leitura SPAD e a produção de rúcula. A máxima produção de massa fresca de rúcula ocorre na dose de fósforo de 477,49 mg dm<sup>-3</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALHAES CC; PRADO RM; GONDI ARO; ALVES AU; CORREIA MAR. 2009. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. **Scientia Agrária** 10: 75-80.

BISCARO, G. A.; BATISTA, M. F.; KOYANAGUI, M. T.; FERNANDES, P.; ZONTA, T. T.; OLIVEIRA, A. C. DE; MAIA, S. C. M.; MARUYAMA, W. I. Avaliação da adubação fosfatada no desenvolvimento da alface 'Verônica' nas condições de Cassilândia-MS. Disponível em: < <http://www.abhorticultura.com.br> >. Acesso em: 03 out. 2012.

BISCARO, G. A.; FILHO, O. M. L.; ZONTA, T. T.; MENDONÇA, V.; MAIA, S. M. Adubação fosfatada na cultura do jiló irrigado nas condições de Cassilândia-MS. Mossoró, Brasil: **Revista Caatinga**, v. 21, p. 69-74, dez. 2008.

BLOOM, A. J., SUKRAPANNA, S. S., WARNER, R. L. Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley. **Plant Physiology**, v. 99, n. 4, p. 1294-1301, 1992.

BONFIM-SILVA, Edna Maria; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, J. R. , NEVES, L. C. R.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento e produção da crotalária adubada com fosfato natural reativo em LATOSSOLO do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p.347-357, 30 jun. 2012.

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. Sistema Irrigas® para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2005. 186 p.

CESSA, R.M.A. et al. Produção de capuchinha cultivada em vaso com diferentes doses de fósforo e potássio em casa de vegetação. **Global Science Technology**, v.2, n.3, p.1-07, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212p. 1997.

EMBRAPA/SEBRAE. Catálogo **Brasileiro de Hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País**. Brasília: EMBRAPA 2010. 59 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 50, p. 288-291, 1980.

JÚNIOR, M L C.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NETO, J. K.; TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. **Bragantia** vol.68 no.2 Campinas 2009.

KANO, Cristiaini; CARDOSO, Antônio Ismael Inácio; BOAS, Roberto Lyra Villas. **Resposta da alface à adubação fosfatada em solos com baixo teor de fósforo**. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0469.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0469.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2012.

KANO C. 2006. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de alface**. Botucatu: UNESP-FCA. 112p. (Tese doutorado).

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres,1976. 528p.

MARSCHNER, H. Functional of mineral nutrients:Macronutrients. London. **Academic Press**, 1995. 330 p.

MINAMI, K.; NETTO, J.T. **A cultura da rúcula**. Série Produtor Rural. Piracicaba, 8. 19p.,1998.

MOTA, J.H., J.E. Yuri, G.M. Resende, C.M. Oliveira, R.J. Souza, S.A.C. Freitas, and J.C. Rodrigues Ju´nior. Production of crisphead lettuce using doses and sources of phosphorus. **Horticultura Brasileira**. v.21, p.620–622. 2003.



OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA A. N. P.; ALVES, E. U.; ALVES, A. U.; LEONARDO, F. A. P.; SANTOS, R. R. Rendimento do maxixe em função de doses P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em solos arenosos. **Ciênc. agrotec.** vol.32 no.4 Lavras July/Aug. 2008.

ROCHA, IDALINA LOPES. Novidades no mercado de frutas e hortaliças frescas. **Hortibrasil**, 2010. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.com.br>. Acesso em: 02 out. 2012.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v. 08, n. 02, p.152-163, 2009.

TRANI, P. E., PASSOS, F. A. *Rúcula ( Pinchão) Eruca Vesicaria Sativa (Mill) Thel.* In FAHL, J.L. et al.: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6. Ed. Campinas: Instituto Agronômico 1998, 396p. (**Boletim Técnico 200**).