

# EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE SILÍCIO EM RÚCULA CULTIVADA EM DOIS TIPOS DE SOLOS

## *EFFECT OF FOLIAR APPLICATION OF SILICON IN ROCKET GROWN IN TWO TYPES OF SOIL*

**Amaralina Celoto GERRERO<sup>1</sup>; Luciana da Silva BORGES<sup>1</sup>; Dirceu Maximino FERNANDES<sup>2</sup>**

1. Doutoranda em Agronomia/Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. [amaralina@fca.unesp.br](mailto:amaralina@fca.unesp.br); 2. Professor, Doutor, Departamento de Recursos Naturais Ciência do Solo, FCA - UNESP, Botucatu, SP, Brasil

**RESUMO:** A rúcula é uma hortaliça folhosa herbácea anual, apresentando porte baixo, rápido crescimento vegetativo e ciclo curto. O silício é considerado um elemento mineral benéfico e apesar de não ter sua definição de essencialidade na nutrição mineral de plantas tem sido muito utilizado em pesquisas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação foliar de silício em características agrônomicas da rúcula cultivada em dois tipos de solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no DRN/Ciência do Solo, da UNESP/FCA, Botucatu-SP, no período de 15 de Abril a 20 de Maio de 2008. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, (dois solos e 5 doses de silício). Ao final do experimento, no ponto de colheita avaliou-se a altura das plantas (cm), área foliar (AF), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), razão de área foliar (RAF), peso específico da folha (PEF), quantidade de água na parte aérea (QAPA) e teor e acúmulo de silício nas folhas. Concluiu-se que o silício não exerceu influência nas características agrônomicas da rúcula sendo que as alterações foram exclusivamente ao tipo de solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eruca sativa* Mill. Nutrição mineral de plantas. Análise de crescimento.

### INTRODUÇÃO

A rúcula é uma hortaliça folhosa herbácea anual, apresentando porte baixo, rápido crescimento vegetativo e ciclo curto. Suas folhas são relativamente espessas e recortadas, de coloração verde, com nervuras verde-claras (MORALES; JANICK, 2002). O período que abrange desde a emergência das plântulas até a iniciação floral representa sua produção economicamente viável para o consumo humano, que se encerra ao atingir o maior tamanho das folhas, ou seja, 15 a 20 cm (PURQUERIO; TIVELI, 2008).

Dentre as hortaliças de folhas, a alface é a mais plantada e a mais consumida pela população brasileira, porém, desde o final da década de 90, a rúcula vem conquistando maior espaço no mercado. Consumida como salada crua ou de outras formas, como em pizzas, se diferencia principalmente pelo sabor. O crescimento na quantidade comercializada de rúcula e a sua cotação são indicadores de que o seu cultivo é uma atividade rentável (PURQUERIO, 2005).

O silício é considerado um elemento mineral benéfico e apesar de não ter sua definição de essencialidade na nutrição mineral de plantas tem sido muito utilizado em pesquisas. Plantas em geral e mesmo grupos restritos como gramíneas cultivadas, absorvem silício em quantidades bastante variáveis. Os valores usuais para silício em

fitomassa seca variam de aproximadamente 0,1% a 10 %, embora tanto valores menores quanto maiores possam ser encontrados (EPSTEIN, 2004). De acordo com Ma et al. (2001), as plantas acumuladoras de silício são aquelas que possuem um teor foliar de no mínimo 1% e as plantas não acumuladoras apresentam um teor de silício inferior a 0,5%.

A ação benéfica do silício tem sido associada a diversos efeitos indiretos, dentre os quais se destacam o aumento na capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células e aumento da absorção e metabolismo de nutrientes, tais como o P (LIMA FILHO, 2005). No entanto, para a horticultura os estudos relacionados à sua utilização na nutrição ainda são incipientes.

Luz et al. (2006) em experimento com produção hidropônica de nove cultivares de alface em solução nutritiva com e sem silício, concluíram que o uso da solução nutritiva com silício proporcionou menores problemas com anomalias fisiológicas do tipo queima dos bordos, e que é uma alternativa viável para a produção hidropônica de alface, principalmente quando se leva em consideração um mercado consumidor mais exigente por produtos com ótima aparência.

Em pesquisa sobre épocas de plantio (inverno e verão) e doses de silício no cultivo de alface tipo americana, cultivar Raider, Resende et al.

(2007) verificaram que o cultivo dessa cultivar é viável nas duas épocas avaliadas, sendo o plantio sob condições de clima ameno (inverno) o mais adequado para a cultura. Concluíram também que o silício é um nutriente benéfico importante para a cultura, sendo a dose de 2,7 L ha<sup>-1</sup> a mais recomendada em termos de rendimento e qualidade pós-colheita.

Borges et al. (2010) em cultivo de jambu com adubação foliar com silício em dois solos, relatam que os tratamentos proporcionaram maior crescimento das plantas no Latossolo Vermelho distrófico textura média em comparação com o solo Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa e que o silício favoreceu aumento da capacidade fotossintética das plantas de jambu no solo Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa.

Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP, no município de Botucatu, estado de São Paulo com coordenadas geográficas de 21° 26' latitude sul, 48° 26' longitude oeste e 740 m de altitude, no período de 15 de abril a 20 de maio de 2008. A casa de vegetação possuía sistema de *pad-fan* e temperatura controlada (25° C).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5 (dois solos e cinco doses de silício), com quatro repetições. Cada parcela era representada por um vaso, com duas plantas cada, sendo os dados expressos pela média dessas duas plantas. Foram avaliados dois tipos de solos: Solo 1 (S<sub>1</sub>) - Latossolo Vermelho Distrófico textura média e Solo 2 (S<sub>2</sub>) - Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 1999) e cinco doses de silício, dose zero (D<sub>0</sub>)= controle, dose 1 (D<sub>1</sub>)= 0,075 ml/vaso, dose 2 (D<sub>2</sub>)= 0,150 ml/ vaso, dose 3 (D<sub>3</sub>)= 0,225 ml/vaso e dose 4 (D<sub>4</sub>)=0,300 ml/vaso, essas doses foram parceladas em três aplicações, a cada dez dias. Aplicando-se um volume de 50 mL de cada uma das doses nas plantas via foliar correspondentes a cada tratamento. Essas doses foram aplicadas utilizando-se um pulverizador manual. O produto contendo silício utilizado foi um silicato de sódio com 272 g kg<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>.

A análise química dos dois solos (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>), conforme metodologia Raij *et al.* (2001) indicaram respectivamente, pH= 4,1 e 4,1; MO= 15 e 28 g dm<sup>-3</sup>;

<sup>3</sup>; P<sub>resina</sub>= 3 e 5 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al=80 e 113 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K= 0,3 e 0,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 2 e 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 1 e 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 3 e 3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC=83 116; V%= 4 e 3; B=0,27 e 0,28 mg dm<sup>-3</sup>; Cu= 0,9 e 6,7 mg dm<sup>-3</sup>; Fe= 108 e 26 mg dm<sup>-3</sup>; Mn= 0,7 e 3,4 mg dm<sup>-3</sup>; Zn= 0,1 e 0,2 mg dm<sup>-3</sup>; Si= 3,6 e 7,3 mg dm<sup>-3</sup>.

A correção do solo e a adubação de plantio foram realizadas com base na análise química dos dois solos, seguindo-se a recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo (Raij *et al.*, 1997). A calagem, efetuada com calcário dolomítico com PRNT= 91%, foi realizada aos 30 dias antes do transplante das mudas, para elevar a saturação por bases para 80%, sendo aplicados 10,4 g vaso<sup>-1</sup> no solo 1 e 14,7 g vaso<sup>-1</sup> no solo 2. Na adubação básica de plantio foi aplicado em todos os tratamentos 0,37 g vaso<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>), 5,02 g vaso<sup>-1</sup>(S<sub>1</sub>) e 3,3 g vaso<sup>-1</sup> (S<sub>2</sub>) de superfosfato triplo e 120 ml vaso<sup>-1</sup> de esterco de curral, com a seguinte característica química N=1,5; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1,5; Umidade= 14,3; MO= 41,0; C=22,8; Ca= 1,20; Mg=0,4; S= 0,3 (% na matéria seca); Fe= 18650; Cu= 200; Mn= 364; Na= 2580; Zn= 386 (mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca); pH= 7,8; C/N= 16/1.

Utilizou-se a cultivar de rúcula Cultivada que apresenta as seguintes características: folhas alongadas, limbo recortado, coloração verde escura e sabor picante. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchida com substrato comercial plantimax (HA)<sup>®</sup>. Em cada célula foram colocadas duas sementes com posterior desbaste, ficando somente uma planta por célula. O transplante foi realizado cinco dias após a emergência, quando estas apresentavam duas folhas verdadeiras. As plantas foram cultivadas em vasos de plástico reciclado com as seguintes dimensões: 15,6 cm de altura, 20,4 cm (diâmetro maior) e 14,7 cm (diâmetro menor) com capacidade para três litros preenchidos com os respectivos solos (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>). Estes foram acondicionados em bancadas de madeira, com 1,20 m de largura, 5 m de comprimento e 0,80m de altura, com espaçamento entre os vasos de 20 x 20 cm.

Durante o desenvolvimento vegetativo aos 15 dias após o transplante, fez-se adubação de cobertura com uréia na quantidade de 3 g L<sup>-1</sup> de solução e como fonte de micronutrientes aplicou-se solução Sarruge (1975) (0,5%) em intervalo de três dias, sendo aplicados 100 ml por vaso até o final do ciclo produtivo da planta.

As irrigações foram diárias, com auxílio de regador manual, duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra ao final da tarde.

Ao final do experimento, no ponto de colheita, 35 dias após o transplântio (DAT), avaliou-se a altura das plantas (cm), área foliar (AF) e a fitomassa fresca total (FFT). A área foliar foi feita com o uso de um integrador de área foliar (LI-COR, LI 3000). Logo após essa análise procedeu à lavagem desse material em água corrente e em água com detergente, passando em seguida por duplo enxágüe em água deionizada. Após a lavagem as plantas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificadas com os respectivos tratamentos e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar (60°C) por 48 horas, até peso constante. Após esse período as plantas foram novamente pesadas para obtenção da fitomassa seca total (FST). Tanto a FFT como a FST, foram obtidas em balança digital.

Em seguida procedeu-se o cálculo da razão de área foliar (RAF), peso específico da folha (PEF) e quantidade de água na parte aérea (QAPA), conforme metodologia descrita por Benincasa (2003) e o teor e acúmulo de silício nas folhas, de acordo com metodologia descrita por Korndörfer et al. (2004).

Os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para os dois solos utilizados, as características avaliadas foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão para as doses, na qual foram testados os modelos lineares e quadráticos. Quando houve interação entre os solos e as doses, realizou-se desdobramento e para as doses adotou-se a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, a qual foi escolhida com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (\*\*\*) e 5% (\*\*) de probabilidade pelo teste F e maior valor dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), com o uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para as características de altura, área foliar, fitomassa fresca total, fitomassa seca total, razão de área foliar (RAF), peso específico da folha (PEF) e quantidade de água na parte aérea (QAPA) para plantas de rúcula em relação às doses de silício aplicadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores para altura da planta (cm), área foliar (AF), fitomassa fresca total (FFT), fitomassa seca total (FST), razão de área foliar (RAF), peso específico da folha (PEF), e quantidade de água na parte aérea (QAPA) em plantas de rúcula. Botucatu, UNESP-FCA, 2008.

Solo	Dose	Altura	AF	FFT	FST	RAF	PEF	QAPA
	mL/ vaso	--cm--	---cm <sup>2</sup> ---	-----g-----		--cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> --	---g cm <sup>2</sup> ---	---g---
S <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	19,8	470,8	23,8	2,3	201,54	0,0049	21,5
	D <sub>1</sub>	20,3	417,9	20,8	2,1	186,38	0,005	18,7
	D <sub>2</sub>	20,1	397,5	21,4	2,5	172,64	0,0062	19,0
	D <sub>3</sub>	21,9	472,7	24,3	2,2	225,28	0,0047	22,3
	D <sub>4</sub>	19,9	471,3	25,2	2,6	184,76	0,0054	22,7
Média		20,4A	446,1A	23,1A	2,3A	194,1	0,0052	20,8A
S <sub>2</sub>	D <sub>0</sub>	17,8	337,1	17,5	2,0	175,64	0,0058	15,6
	D <sub>1</sub>	18,3	313,3	15,3	1,6	198,79	0,005	13,7
	D <sub>2</sub>	18,3	276,8	13,8	1,5	185,5	0,0054	12,3
	D <sub>3</sub>	18,4	343,5	17,8	2,0	175,82	0,0059	18,9
	D <sub>4</sub>	17,9	317,7	16,6	1,7	188,55	0,0054	14,2
Média		18,1B	317,7 B	16,2B	1,7B	184,0	0,0055	14,3B
FS		**	**	**	**	NS	NS	**
FD		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FS*D		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
RD		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
RDS <sub>1</sub>		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

RDS <sub>2</sub>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	6,2	19,2	23,6	19,6	20,5	19,76	25,72

S<sub>1</sub> (Latossolo Vermelho Distrófico textura média); S<sub>2</sub> (Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa); Teste F para solo (FS); Teste F para doses (FD); Teste F para interação solo e doses (FS\*D); Regressão doses (RD); Regressão doses solo<sub>1</sub> (RDS<sub>1</sub>); Regressão doses solo<sub>2</sub> (RDS<sub>2</sub>); Dose<sub>0</sub> (Dose zero), D<sub>1</sub> (dose1=0,075ml vaso<sup>-1</sup>); D<sub>2</sub> (dose2=0,150ml vaso<sup>-1</sup>); D<sub>3</sub> (dose 3=0,225ml vaso<sup>-1</sup>); D<sub>4</sub> (dose<sub>4</sub>=0,300 ml vaso<sup>-1</sup>). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*, \*: significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

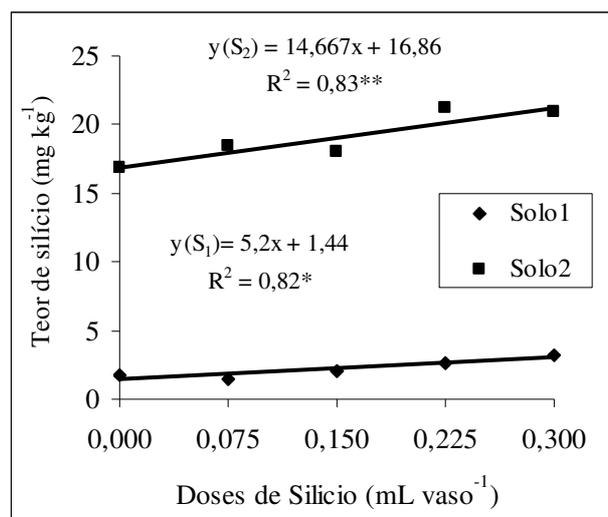
Para Benincasa (2003) a RAF expressa a razão de área foliar útil para a fotossíntese e é um componente morfofisiológico, ou seja, é a razão entre a área foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO<sub>2</sub>) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese). Como não houve diferença, isso mostra que as plantas cresceram no mesmo patamar embora estivessem em solos diferentes, e que a fração de material retido nas folhas foi igual, mantendo o mesmo tamanho e, promoveram exportação eficiente do material produzido nas folhas para o resto da planta, na mesma intensidade, não ocorrendo assim efeito significativo para estas características.

Em relação aos dois solos utilizados houve efeito significativo para altura, área foliar, fitomassa fresca total, fitomassa seca total e quantidade de água na parte aérea, onde o solo 1 apresentou resultados superiores em relação ao solo 2 (Tabela 1). Para área foliar, a média obtida no solo 1 foi de 446,1 cm<sup>2</sup>. Para a características de altura, FFT e FST ocorreu diferença significativa entre os solos utilizados, com melhores respostas quando as plantas foram conduzidas no solo 1 que possui menor teor de Si, com valores de 23,1 e 2,3 g, respectivamente. Essas características podem ser

atribuídas às características físicas do solo utilizado, uma vez que o solo 1 é um solo de textura média, portanto, tem maior condutividade hidráulica, traduzindo-se em maior mobilidade da água no interior do mesmo. Com isso a água é drenada totalmente do solo, favorecendo assim o desenvolvimento das plantas de rúcula (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em termos de teor de silício nas folhas, observou-se um ajuste linear em que, na medida em que aumentou as doses de silício, aumentou-se o teor deste elemento mineral nas folhas, independente do tipo de solo (Figura 1), embora os teores observados no solo 2 tenha sido significativamente superiores ao solo 1. Provavelmente este fato seja devido ao maior teor inicial de silício no solo 2 (Si=7,3 mg dm<sup>-3</sup>).

Com relação ao acúmulo de Si o solo 2 obteve média de 33,8 mg/planta de Si, média bem acima da obtida no solo 1 que foi de 5,3 mg/planta de Si, mostrando assim que o solo 2 foi 84,2% superior que solo 1 para o acúmulo de silício nas plantas de rúcula, podendo dessa forma afirmar que a rúcula é uma planta não acumuladora de silício (Figura 1).



**Figura1.** Regressão para os solos 1 (Latossolo Vermelho Distrófico textura média) e solo 2 (Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa) dentro de cada dose de silício para teor de Si nas folhas de rúcula ao final do ciclo produtivo Botucatu, UNESP-FCA, 2008.

Apesar do solo 2 ter contribuído para o aumento do teor e acúmulo de silício nas folhas, isso não refletiu em aumento nas características de desenvolvimento avaliadas nas plantas. Esses valores superiores para teor e acúmulo de silício podem ter interferido no crescimento da planta, tornando sua expansão lenta e irregular, devido ao resultado de um reforço mecânico relacionado ao silício, o qual diminui a plasticidade da parede das células das folhas (KAMENIDOU et al., 2008), não contribuindo para melhor desenvolvimento, resultando em crescimento lento das plantas.

De acordo com Baldeon (1995) os efeitos benéficos do silício podem contribuir na

estruturação da parede celular e, portanto, mesmo não tendo papel metabólico definido nas plantas acumuladoras, sua ação provoca efeitos indiretos, os quais, no conjunto contribuem para uma maior produtividade o que, no entanto não foram observados no presente experimento.

## CONCLUSÃO

O silício não exerceu influencia nas características agronômicas de rúcula sendo que as alterações observadas nas plantas foram exclusivamente devidas aos tipos de solo.

---

**ABSTRACT:** The rocket is a leafy herbaceous annual, features small size, rapid vegetative growth and short life cycle. Silicon is considered a beneficial element, and despite not having his definition of essential mineral nutrition of plants has been widely used in research. The objective was to assess the effect of foliar fertilization with silicon levels in soils in the cultivation of the rocket. The experiment was conducted in a greenhouse in the DRN / Soil Science, UNESP / FCA, Botucatu-SP, from April 15 to May 20, 2008. The experimental design was randomized blocks in factorial 2x5 (two solos and five doses of silicon). At the end of the experiment, evaluated at the point of harvest to plant height (cm), leaf area (LA), total fresh mass (TFM), total dry matter (TDM), leaf area ratio (LAR), specific weight Leaf (PEF), amount of water in the shoot (AWS) and content and accumulation of silicon in the leaves. It was concluded that silicon had no influence on the agronomic characteristics of the rocket and changes were only to soil type.

**KEYWORDS:** *Eruca sativa* Mill. Silicon. Plants mineral nutrition. Analysis of growth.

---

## REFERÊNCIAS

- BALDEON, J. R. M. **Efeito da ação alcalinizante e da competição entre silicato e fosfato na eficiência de termofosfato magnesiano em solos ácidos.** 1995. 85 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas).** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BORGES, L. S. et al. Adubação foliar com silício no crescimento de plantas de jambu. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 160-170, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF, 1999. 412 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2. ed. Londrina: Planta, 2004. 401 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000. São Carlos **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- KAMENIDOU, S. et al. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **Hortscience**, Alexandria, v. 43, p. 236-239, Feb. 2008.

Efeito da aplicação foliar...

GUERRERO, A. C.; BORGES, L. C.; FERNANDES, D. M.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício**: solo, planta e fertilizante. Uberlândia: UFU, GPSi-ICIAG, 2004. 34 p. (Boletim técnico, 2).

LIMA FILHO, O. F. **O silício é um fortificante e antiestressante natural para as plantas**. Belo Horizonte: SiliFertil, 2005. Disponível em: <<http://www.silifertil.com.br/artigos/silicio02.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

LUZ, J. M. Q. et al. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 295-300, jul./set. 2006.

MA, J. F. et al. Silicon as a beneficial element for crop plant. In: DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. (Eds.). **Silicon in agriculture**. New York: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MORALES, M. R.; JANICK, J. Arugula: promising speciality leaf vegetable. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Eds.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, 2002. p. 418-423.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção, e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção, e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

RAIJ, B. van et al. **Análise química da fertilidade dos solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas**, Campinas, n. 100, 1997. 2. ed. rev., 285 p.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 3, p. 295-300, jul./set. 2007.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.

TRANI, P. E. et al. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 25-29, 1994.