



## Alteração nas trocas gasosas em plantas de repolho tratadas com Selênio.

Hilário Júnior de Almeida<sup>(2)</sup>; Arthur Bernardes Cecílio Filho<sup>(3)</sup>; Leonardo Correia Costa<sup>(2)</sup>; Alexson Filgueiras Dutra.

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

<sup>(2)</sup> Pós-graduando; Universidade Estadual de São Paulo; Jaboticabal, São Paulo; hilarioagro@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Estadual de São Paulo.

**RESUMO:** Os efeitos do selênio (Se) nos vegetais ainda são pouco conhecidos e sua essencialidade ainda não foi comprovada. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de concentrações de selênio nas trocas gasosas da cultivar de repolho 'Fênix' (do grupo de repolho verde). Para isto foi realizado um experimento em hidroponia utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco concentrações de Se na solução nutritiva (0, 5, 15, 30 e 60  $\mu\text{M}$ ) aplicados na forma de selenato de sódio –  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ , com quatro repetições, perfazendo 20 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por quatro plantas no canal de cultivo. Aos 10 dias antes da colheita foi realizado na folha recém-desenvolvida das plantas úteis, medições das trocas gasosas a partir da mensuração da concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e fotossíntese líquida ( $A$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). A aplicação de Se afetou todas as variáveis analisadas. Verificaram-se com o aumento nas doses de selênio as plantas incremento da taxa fotossintética, condutância estomática, e maior eficiência da transpiração.

**Termos de indexação:** condutância estomática, concentração interna de  $\text{CO}_2$ , fotossíntese líquida.

### INTRODUÇÃO

Embora o Se ainda não tenha obtido o status de nutriente essencial em plantas, o seu uso em baixas concentrações tem promovido o crescimento e auxiliado as plantas a se manterem por mais tempo fisiologicamente ativas, aumentando, consequentemente, o seu rendimento (Malik et al., 2012). Um dos primeiros efeitos positivos do Se no crescimento de plantas foi registrado por Singh et al. (1980), no qual evidenciou-se que a aplicação de selênio na dose de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  estimulou o crescimento e produtividade da matéria seca da mostarda (*Brassica juncea* L.). Mais recentemente, resultados semelhantes também foram observados com a aplicação de Se em alface, azevém (Hartikainen et al., 1997; Hartikainen e Xue, 1999) e na soja (Djanaguiraman et al., 2005).

Outros trabalhos evidenciam o efeito benéfico do fornecimento de selênio às plantas. Saffaryazdi et al. (2012) verificaram que a aplicação de até  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de Se (Selenato de sódio), em plantas de espinafre, proporcionou aumentos de 87 e 165% nos teores de clorofila a e b, respectivamente, em comparação ao tratamento sem Se. Zhang et al. (2014) verificaram que o fornecimento de até  $50 \text{ g ha}^{-1}$  de Se em plantas de arroz proporcionou aumento da taxa de fotossíntese, concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular e maior eficiência da transpiração.

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de concentrações de selênio nas trocas gasosas da cultivar de repolho 'Fênix' (do grupo de repolho verde).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Unesp-Jaboticabal. O semeio da cultivar de repolho Fênix, do grupo de repolho verde, foi realizado em espuma fenólica e mantida em casa de vegetação até que as plântulas apresentassem uma folha. Posteriormente, as plântulas foram transplantadas para canais de cultivo hidropônico, contendo solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), até apresentarem quatro folhas. Em seguida, foram transplantadas para os canais de cultivo definitivo onde continuaram recebendo a mesma solução nutritiva. Vinte dias após, os tratamentos foram aplicados.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco concentrações de Se na solução nutritiva (0, 5, 15, 30 e 60  $\mu\text{M}$ ) aplicados na forma de selenato de sódio –  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ , com quatro repetições, perfazendo um total de 20 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por quatro plantas.

As concentrações de selênio foram tomadas com base nas concentrações utilizadas em diversos trabalhos que obtiveram os melhores resultados em diferentes espécies estudadas (Ríos et al., 2008; Ramos et al., 2010; Ramos, et al., 2011; Ramos et al., 2011 a e b). Durante todo o período experimental, a solução nutritiva será submetida ao arejamento constante e o pH será monitorado



diariamente, mantendo-o entre 5,8 e 6,5 por meio da adição de NaOH ou HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>. A solução será trocada quando a condutividade elétrica da solução inicial diminuir em mais de 30%.

Aos 10 dias antes da colheita foi realizado na folha recém-desenvolvida das plantas úteis, medições das trocas gasosas a partir da mensuração da concentração interna de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>, μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de transpiração (E, mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (g<sub>s</sub>, mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e fotossíntese líquida (A, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das concentrações foram submetidas ao estudo de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de selênio nas plantas de repolho afetou a concentração interna de CO<sub>2</sub> (\*F= 11,4), taxa de transpiração (\*F= 2,5), condutância estomática (\*F= 15,8) e fotossíntese líquida (\*F= 37,8). Os valores mais elevados para todas as variáveis analisadas se encontraram nas plantas tratadas com as concentrações de 30 e 60 μM. Observou incrementos de 36% e 30%, da condutância estomática e fotossíntese líquida com a aplicação da dose de 30 μM.

Estes resultados estão de acordo com os de outros parâmetros fotossintéticos em outras culturas. Neste experimento, a aplicação de concentrações de selênio induziu positivamente a fotossíntese líquida nas plantas de repolhos ( $y = 15,616198 + 0,353678x - 0,005143x^2$  R<sup>2</sup>=0,94 \*F= 115,8), assim como demonstrado em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) por Zhang et al., 2010 e em fumo (*N. tabacum* L.) por Wang et al., 2011.

As alterações observadas na fotossíntese podem estar relacionadas com a concentração interna de CO<sub>2</sub> e transpiração. Verificou-se que tanto os valores de C<sub>i</sub> ( $y = 167,87 - 1,76x + 0,0323x^2$  R<sup>2</sup>= 0,49 \*F= 19,1), quanto os de transpiração ( $y = 0,16 + 0,00223x - 0,000021x^2$  R<sup>2</sup>=0,70 \*F= 5,8) aumentaram em plantas tratadas com a maior concentração de Se. Valores elevados C<sub>i</sub> podem ser explicados pela maior condutância estomática ( $y = 4,44 - 0,025x - 0,000422x^2$  R<sup>2</sup>=0,70 \*F= 8,9) ou por um aumento da taxa de respiração, enquanto que a transpiração apenas pelo aumento da condutância estomática (Liu et al., 2010).

Além disso, Xia et al. (2012) também demonstraram o efeito benéfico do selênio sobre os parâmetros fotossintéticos em folhas de alho. Assim, o efeito positivo de selênio na fotossíntese foi devido a um aumento na taxa fotossintética, na

condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO<sub>2</sub> em folhas de repolho.

## CONCLUSÃO

A concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, condutância estomática e a fotossíntese líquida em repolho estão intimamente relacionadas com a aplicação de selênio, uma vez que, as concentrações de 30 e 60 μM deste nutriente incrementa as trocas gasosas em folhas de repolho.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro e ao Departamento de Produção Vegetal - Horticultura da FCAV-UNESP por ceder a estrutura e equipamentos necessário ao seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- DJANAGUIRAMAN, M.; DURGA, D. D.; SHANKER, A. K.; SHEEBA, J. A.; BANGARUSAMY, U. Selenium an antioxidative protectant in soybean during senescence. *Plant and Soil*, 272:77-86, 2005.
- HARTIKAINEN, H.; EKHOLM, P.; PIIRONEN, V.; XUE, T. L.; KOIVU, T.; TLI-HALLA, M. Quality of the ryegrass and lettuce yields as affected by selenium fertilization. *Agricultural and Food Science in Finland*, 6:381-387, 1997.
- HARTIKAINEN, H.; XUE, T. The promotive effect of selenium on plant growth as triggered by ultraviolet irradiation. *Journal of Environmental Quality*, 28:1372-1375, 1999.
- HOAGLAND, D. R.; HARNON, D. The water method for growing plant without soil. *California Agric. Exp. Station Circ.*, 37:1-32, 1950.
- LIU, H. E.; HU, C. X.; SUN, X. C.; TAN, Q. L.; NIE, Z. J.; HU, X. M. Interactive effects of molybdenum and phosphorus fertilizers on photosynthetic characteristics of seedlings and grain yield of *Brassica napus*. *Plant Soil* 326:345-353, 2010.
- MALIK, A.; GOEL, S.; KAUR, N.; SHARMA, S.; SINGH, I.; NAYYAR, H. Selenium antagonises the toxic effects of arsenic on mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) plants by restricting its uptake and enhancing the antioxidative and detoxification mechanisms. *Environmental and Experimental Botany*, 77: 242-248, 2012.
- RAMOS, S. J.; MICHAEL, R.; RYAN, H.; FAQUIN, V.; GUILHERME, L. R. G.; LI, L. Selenium accumulation in



lettuce germplasm. *Planta*, v. 233, n. 4, p. 649-660, 2011a.

RAMOS, S. J.; YUAN, Y.; FAQUIN, V.; GUILHERME, L. R. G.; LI, L. Evaluation of genotypic variation of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in response to selenium treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, p. 3657-3665, 2011b.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; GUILHERME, L. R. G.; CASTRO, E. M.; AVILA, F. W.; CARVALHO, G. S.; BASTOS, C. E. A.; OLIVEIRA, C. Selenium biofortification and antioxidante activity in lettuce plants feed with selenate and selenite. *Plant Soil Environment*, v. 56, n. 12, p.583-587, 2010.

RÍOS, J. J.; ROSALES, M. A.; BLASCO, B.; CERVILLA, L. M.; ROMERO, L.; RUIZ, J. M. Biofortification of Se and induction of the antioxidant capacity in lettuce plants. *Scientia Horticulturae*, v. 116, p. 248–255, 2008.

SAFFARYAZDI, A.; LAHOUTI, M.; GANJEALI, A.; BAYAT, H. Impact of Selenium Supplementation on Growth and Selenium Accumulation on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plants. *Notulae Scientia Biologicae*, 4:95-100, 2012.

SINGH, M.; SINGH, N.; BHANDARI, D. K. Interaction of selenium and sulfur on the growth and chemical composition of raya. *Soil Science*, 129: 238–244, 1980.

ZHANG, M.; TANG, S.; HUANG, X.; ZHANG, F.; PANG, Y.; HUANG, Q.; YI, Q. Selenium uptake, dynamic changes in selenium content and its influence on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in rice (*Oryza sativa* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 107:39-45, 2014.

WANG, R.; HUANG, S.L.; CHEN, M. H.; PENG, C.; ZHOU, D. Z. Effects of soil Se application on photosynthetic characteristics and assimilate accumulation of flue-cured tobacco. *Chin. Tob. Sci.*, 32:22–26, 2011.

XIA, Y.X., LIU, S.Q., LI, H., CHEN, X.W.. Effects of selenium on physiological characteristics, selenium content and quality of garlic. *Plant Nutr. Fertil. Sci.* 18:733–741, 2012.

ZHANG, C. H.; LIU, H. Y.; YU, X. Z. The effects of Se on the photosynthesis characteristic and chlorophyll fluorescence parameters of tomato seedlings leaves under low temperature stress. *Chin. Agric. Sci. Bull.* 26:152–157, 2010.

**XXXV Congresso  
Brasileiro de  
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS  
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**  
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015