



## Componentes produtivos e fotossintéticos do arroz em resposta á altas doses de selênio via foliar

**José Victor Paro<sup>(1)</sup>; Eduardo Henrique Marcandalli Boleta<sup>(2)</sup>; Rafael Lawandovski Porto<sup>(2)</sup>; Vinicius Martins Silva<sup>(2)</sup>; Amanda Pereira Paixão<sup>(2)</sup>; Enes Furlani Junior<sup>(2)</sup>; André Rodrigues dos Reis<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> UNESP - FEIS; Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, 15385-000 (jvictorparo@gmail.com).

<sup>(2)</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio-Economia (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000

<sup>(3)</sup> UNESP - TUPÃ; Tupã, São Paulo, Brasil, 17602-496.

**RESUMO:** Os alimentos constituem a fonte primária de nutrientes, minerais e vitaminas, nutrindo animais e seres humanos. Estima-se que 0,5 à 1 bilhão de pessoas no mundo sofrem pela deficiência de selênio (COMBS, 2001; SCHIAVON e PILON-SMITS, 2017), elemento chave em diversos processos metabólicos relacionados ao metabolismo antioxidante nos organismos vivos (FAIRWEATHER-TAIT et al., 2011), considerado elemento benéfico as plantas e essencial aos animais. São escassos trabalhos na literatura avaliando em condições de campo a biofortificação de Se em culturas chave na alimentação humanas, tão pouco ainda foram definidas as doses benéficas e fitotóxicas desse elemento nas culturas (SCHIAVON e PILON-SMITS, 2017). Dessa forma, objetivou-se avaliar os componentes produtivos e fotossintéticos do arroz de terras altas em resposta á altas doses de selênio via foliar.

**Termos de indexação:** Biofortificação, *Oryza sativa*, selênio.

### INTRODUÇÃO

A população do planeta cresce em ritmo acelerado a ponto de somar 1,6 bilhões de habitantes em cerca de 40 anos, demonstrando a necessidade de aumentar a produção de alimentos mundialmente (SPERS et al., 2017). Através de grandes investimentos tecnológicos no setor agrícola, observa-se incrementos na quantidade de alimentos através do melhoramento genético e da substituição do homem pela máquina no campo. No entanto, são escassos programas de melhoramento que visam aumentos tanto de produtividade quanto na qualidade dos alimentos, principalmente dos micronutrientes essenciais à saúde humana. A desnutrição nas últimas décadas também cresceu, comprovando que são necessários programas visando melhorar a qualidade dos alimentos. Elementos como o selênio (Se) são vitais para os seres humanos e

animais. Estima-se que 0,5 à 1 bilhão de pessoas no mundo sofrem pela deficiência de Se (COMBS, 2001; SCHIAVON e PILON-SMITS, 2017), um elemento útil, escasso na crosta terrestre e essencial à vida animal e humana. O Se é componente de uma enzima chave da glândula tireoide, e pode reduzir o índice de doenças vasculares, câncer, incidência da deficiência de vitamina E, como relatado após à adoção de programas de biofortificação agrônômica na Finlândia e países do norte da Europa (ALFTHAN et al., 2014).

Nos vegetais, o Se atua no complexo antioxidante, reduzindo estresses bióticos e abióticos, além do que pode auxiliar no aproveitamento dos demais nutrientes e auxiliar nas atividades fotossintéticas, acarretando assim em uma possível melhoria da qualidade dos grãos (WHITE, 2016; REIS et al., 2017a, 2017b).

Conhecido como nutriente com dupla função, pois em baixas doses possui papel essencial, atua nas enzimas antioxidantes e melhora o metabolismo de animais seres humanos (WHITE, 2016; REIS et al., 2017a, 2017b); No entanto, quanto administrado em altas doses, o Se torna-se tóxico á plantas animais, destruindo células e aumentando o estresse oxidativo (SCHIAVON e PILON-SMITS, 2017). Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar os parâmetros produtivos e fotossintéticos do arroz de terras altas submetido á altas doses de Se via foliar.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na FEPE (Fazenda de ensino, pesquisa e extensão da UNESP) localizada no município de Selvíria-MS, sendo a semeadura realizada no dia 22/11/2016 do cultivar BRS Esmeralda



utilizando 70 kg sementes ha<sup>-1</sup>. O clima da região é classificado como Aw, segundo ALVARES et al. (2013), com chuvas no verão e inverno seco e o solo presente no local é um Latossolo Vermelho Distroférico.

A aplicação de Se foi realizada via foliar na forma de selenato de sódio (Na<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), antes da antese do arroz de terras altas cultivar BRS Esmeralda, utilizando pulverizador do tipo costal com pressão de trabalho de 6 Kgf/cm<sup>2</sup>.

### **Tratamentos e amostragens**

Os tratamentos empregados consistem em doses de Se (0; 0,25; 0,50; 1; 1,5 e 2,0 kg Se ha<sup>-1</sup>) antes do estágio da antese.

Datadas duas semanas da aplicação de Se, no período da manhã (entre 9h e 11h), com céu sem nebulosidades determinou-se a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) pela utilização do medidor portátil de fotossíntese (LC pro-SD – ADC BioScientific Ltda, Herts, UK).

A colheita foi realizada com 114 DAE (dias após a emergência), colhendo-se 10 metros lineares de arroz das linhas centrais de cada parcela para o cálculo da produtividade. Em seguida foram selecionados aleatoriamente 100 grãos de cada parcela colhida, e obtida a massa de cem grãos, em balança com duas casas decimais.

Ambos fatores produtivos (Massa de cem grãos e produtividade) foram corrigidos e expressos em base úmida (13% umidade), durante as avaliações.

### **Análise estatística**

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, e seguidos a análise de variância (teste F). Os tratamentos foram comparados seguindo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram calculadas utilizando o software SISVar, e os gráficos confeccionados no software SigmaPlot 12.5.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Se reduziu significativamente as taxas

de A com aumento das doses aplicadas, ao passo que a maior dose (2 kg ha<sup>-1</sup>) apresentou redução de 71,47% em A, em comparação ao tratamento controle (Figura 1).

A redução da fotossíntese líquida com o aumento das doses de Se via foliar é característica de sintomas de fitotoxidez nas folhas de arroz que entraram em contato com o volume de calda do Se durante a aplicação.

Embora os tricomas sejam normalmente associados a plantas epífitas devido a sua função de absorção de água, essas estruturas podem estar comumente relacionadas a absorção de Se, fazendo com que o efeito de fitotoxidez seja observado em regiões perimetrais á essas estruturas (SILVA et al, 2018). Relação semelhante foi constatada por Blamey et al., (2015) entre acúmulo de Mn em folhas de girassol.

Nas Figuras 2 e 3 respectivamente, observam-se decréscimos tanto na Produtividade do arroz de terras altas, quanto na Massa de cem grãos.

O Se em altas doses aumenta a taxa de peroxidização lipídica, causando lesões membranares, reduzindo a fotossíntese líquida. Com a produção de fotoassimilados estando comprometida, conseqüentemente a produtividade e o enchimento de grãos também possivelmente serão prejudicados.

## **CONCLUSÕES**

A aplicação de Se em doses acima de 0,25 kg ha<sup>-1</sup> via foliar causa fitotoxidez, lesões membranares e reduz a área fotossinteticamente ativa. A diminuição nas taxas de fotossíntese líquida próximo a fase da antese da cultura, leva a uma menor produção de fotoassimilados, e conseqüentemente à decréscimos de produtividade e massa de cem grãos na colheita.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao Prof. Dr. Orivaldo Arf pelo apoio na condução e avaliação do experimento em campo.

## **REFERÊNCIAS**



ALCARDE ALVARES, CLAYTON & STAPE, JOSE & SENTELHAS, PAULO & GONÇALVES, JOSÉ & SPAROVEK, GERD. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. doi: 22. 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALFTHAN, G.; EUROLA, M.; EKHOLM, P.; VENÄLÄINEN, E.; ROOT, T.; KORKALAINEN, K.; HARTIKAINEN, H.; SALMINEN, P.; HIETANIEMI, V.; ASPILA, P.; ARO, A. Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. doi:10.1016/j.jtemb.2014.04.009, 2014. (In press)

SPERS, Eduardo Eugênio; HARBELI JUNIOR, C. ; ALMEIDA, L. F. ; CHINI, J. . A trilogia do agronegócio: plante produtividade, corte custos e cultive inovação. *REVISTA DA ESPM*, v. 94, p. 45-55, 2017.

BLAMEY, P., HERNANDEZ-SORIANO, M., CHENG, M., TANG, C., PATERSON, D., LOMBI, E., KOPITKE, P.M., 2015. Synchrotron-based techniques shed light on mechanisms of plant sensitivity and tolerance to high manganese in the root environment. *Plant Physiol*. 169, 2006–2020.

COMBS, G.F., 2001. Selenium in global food systems. *Br. J. Nutr.* 85, 517–547.

SCHIAVON, M., PILON-SMITS E.A.H., 2017. The fascinating facets of plant selenium accumulation – biochemistry, physiology, evolution and ecology. *New Phytol.* 213, 1582–1596.

FAIRWEATHER-TAIT, S.J., BAO, Y., BROADLEY, M.R., COLLINGS, R., FORD, D., HESKETH, J.E., HURST, R., 2011. Selenium in human health and disease. *Antioxid. Redox Signaling* 14, 1337–1383.

REIS, A.R.D., EL-RAMADY, H., SANTOS, E.F., GRATÃO, P.L., SCHOMBURG, L., 2017a. Overview of selenium deficiency and toxicity worldwide: affected areas, selenium-related health issues, and case studies. In: PILON-SMITS, E.A.H., WINKEL, L.H.E., LIN, Z.-Q. (Eds.), *Selenium in Plants: Molecular, Physiological, Ecological and Evolutionary Aspects*. Springer International Publishing, Cham, pp. 209–230.

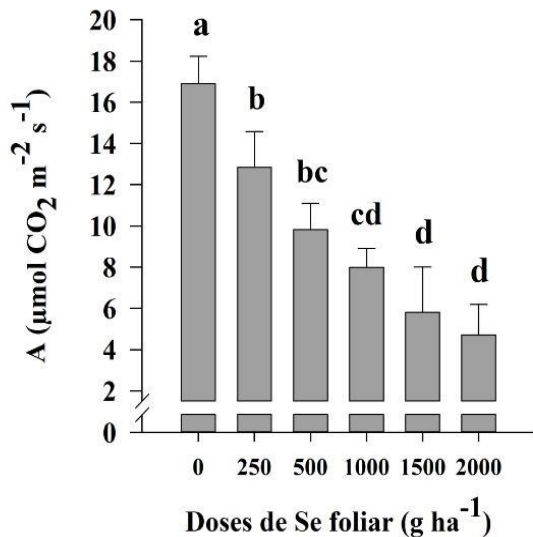
REIS, A.R., BARCELOS, J.P.Q., OSÓRIO, C.R.W.S., SANTOS, E.F., LISBOA, L.A.M., SANTINI, J.M.K., SANTOS, M.J.D., FURLANI JUNIOR, E., CAMPOS, M., FIGUEIREDO, P.A.M., LAVRES, J., GRATÃO, P.L., 2017b. A glimpse into the physiological: biochemical and nutritional status of soybean plants under Ni-stress conditions. *Environ. Exp. Bot.* 144, 78–87.

SLVA, V.M., BOLETA, E.H.M., LANZA, M.G.D.B., LAVRES, J., MARTINS, J.T., SANTOS, E.F., SANTOS F.L.M., PUTTI, F.F., FURLANI JUNIOR, E., WHITE, P.J., BROADLEY, M.R., CARVALHO, H.W.P., REIS, A.R., 2018. Physiological, biochemical, and ultrastructural characterization of selenium toxicity in cowpea plants

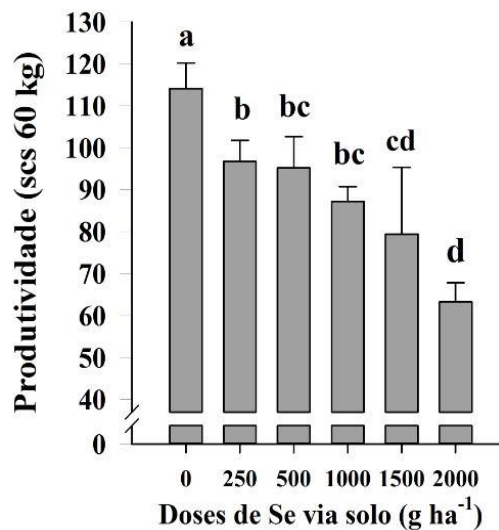
**Tabela 1** – Produtividade, Massa de cem grãos e Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> no arroz de terras altas em função da aplicação foliar de doses altas de Se (Selenato de sódio). Selvíria – MS, 2017.

Doses de Se via Foliar (g/ha)	Produtividade (Sacas de 60 kg ha <sup>-1</sup> )	Massa de cem grãos (gramas)	Taxa de assimilação líquida de CO <sub>2</sub> (μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
0	** 114,08 a	** 2,79 ab	** 16,91 a
250	96,71 b	2,78 ab	12,85 b
500	95,19 bc	2,82 a	9,82 bc
1000	87,17 bc	2,66 abc	7,99 cd
1500	79,38 cd	2,54 bc	5,80 d
2000	63,23 d	2,50 c	4,71 d
Média Geral	89,29	2,68	9,68
D.M.S. (5%)	17,081	0,254	3,510
C.V. (%)	8,32	4,12	15,78

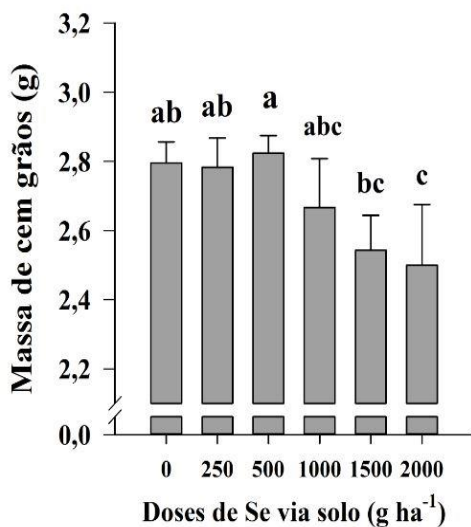
NS: Não significativo (p ≥ 0,05); Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \*\*: significativo (p < 0,01).



**Figura 1** – Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> no arroz de terras de altas em função de doses de Se aplicado via foliar. Selvíria, MS – 2017.



**Figura 2** – Produtividade do arroz de terras de altas em função de doses de Se aplicado via foliar. Selvíria, MS - 2017.



**Figura 3** - Massa de cem grãos do arroz de terras de altas em função de doses de Se. Selvíria, MS – 2017.