

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ENXOFRE NO DESENVOLVIMENTO DE CEBOLA

**Paulo Antonio de Souza Gonçalves⁽¹⁾; Claudinei Kurtz⁽²⁾;
Cristiano Mora⁽³⁾**

(1)Pesquisador; Estação Experimental de Ituporanga; Epagri; Estrada Geral Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga, Santa Catarina, CEP 88400-000; E-mail: pasg@epagri.sc.gov.br.

(2)Pesquisador; Estação Experimental de Ituporanga; Epagri; Estrada Geral Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga, Santa Catarina, CEP 88400-000; E-mail: kurtz@epagri.sc.gov.br.

(3)Químico; Estação Experimental de Ituporanga; Epagri; Estrada Geral Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga, Santa Catarina, CEP 88400-000; E-mail: cmora@epagri.sc.gov.br.

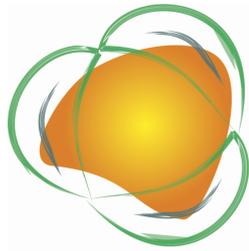
EIXO temático: Conservação Ambiental e Produção Agrícola Sustentável

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de enxofre aplicado na água de irrigação e no solo sobre a massa fresca de folhas e bulbos de cebola em casa de vegetação. No primeiro experimento realizado em cebola transplantada por bulbinhos os tratamentos foram doses de 0,1%, 0,2% e 0,4% de enxofre elementar aplicadas na água de irrigação e testemunha sem aplicação. No segundo experimento em cebola transplantada por mudas, os tratamentos foram doses de enxofre elementar aplicadas na água de irrigação a 0,5%, 1%, 2%, e o adubo Sulfacal® adicionado ao substrato no transplântio a 20, 40 e 60 kg de enxofre.ha⁻¹, e testemunha com apenas água de irrigação. O enxofre elementar aplicado na água de irrigação incrementou a massa fresca de bulbos com uma relação quadrática positiva em bulbinhos e a 0,5% em mudas. A massa fresca de folhas foi similar entre tratamentos.

Palavras-chave: *Allium cepa*. Adubação. Produtividade.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of sulfur doses applied in the irrigation water and in the soil on the fresh weight of leaves and onion bulbs in greenhouse. In the first experiment conducted by transplanting with small bulbs of onion the treatments were elemental sulfur doses at 0.1%, 0.2% and 0.4% applied in the irrigation water and control. In the second experiment with onion seedlings transplanted the treatments were elemental sulfur applied at doses of 0.5% to irrigation water, 1%, 2%, and Sulfacal® added to the substrate at transplanting to 20, 40 to 60 kg of enxofre.ha⁻¹, and control with only water irrigation. The elemental sulfur used in the irrigation water increased the fresh weight of bulbs in a positive quadratic relationship in the small bulbs and 0.5% in seedlings. Fresh mass of the leaves was similar between treatments.

Keywords: *Allium cepa*. Fertilization.Yield.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Introdução

Recentemente o uso de enxofre em cebola tem sido discutido por pesquisadores e extensionistas na região do Alto Vale do Itajaí, SC, principalmente pela supressão deste elemento das fórmulas de adubos minerais. O uso de enxofre elementar e gesso em nutrição de plantas também é permitido pela instrução normativa para agricultura orgânica no Brasil (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011). Porém, são necessários estudos para verificar impacto sobre as plantas e fertilidade do solo.

A deficiência de enxofre em plantas pode diminuir o aproveitamento de N e concentração de proteínas (ALVAREZ, 2004). Produtividades máximas de cebola foram observadas com doses de enxofre entre 40 a 60 kg.ha⁻¹ (SOUZA, 2013; CHANNAGOUDAR e JANAWADE, 2010).

O enxofre, S, é importante macronutriente em cebola, pois é o quarto ou quinto nutriente mais exportado pelos bulbos, depois de N, K e Ca (PÔRTO et al., 2007; VIDIGAL et al., 2010). As quantidades de nutrientes exportadas variam de acordo com a cultivar e local de plantio. No híbrido "Superex" no cultivo outono inverno foi exportado pelo bulbo 25 kg.ha⁻¹ de S (PÔRTO et al., 2007). Na cultivar de verão Alfa tropical os bulbos de cebola exportaram 12,29 kg.ha⁻¹ de S (VIDIGAL et al., 2010).

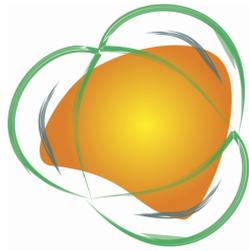
A produtividade comercial de bulbos de cebola foi incrementada com 47 kg.ha⁻¹ de S aplicados ao solo na cultivar Perfecta e a ausência deste nutriente reduziu a produtividade em 16% (SOUZA, 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de enxofre aplicado na água de irrigação e no solo na massa fresca de folhas, bulbos de cebola, e alteração de características químicas do substrato.

Material e Métodos

Dois experimentos foram implantados em casa de vegetação na Epagri/Estação Experimental de Ituporanga, SC. A implantação do primeiro experimento foi realizado em bulbinhos com plantio em 05/03/2014 e colheita em 04/08/2014. O segundo experimento foi realizado por transplante de mudas em 22/08/2014 e a colheita em 28/11/2014. A cultivar utilizada foi a Epagri362 Crioula Alto Vale. As mudas foram transplantadas em vasos de 2,7 L. O substrato utilizado foi da marca comercial Tecnomax[®] para hortaliças, a adubação foi suplementada com 3 g de fosfato natural reativo (9% de P solúvel em ácido cítrico) de Gafsa e 10 g de esterco de aves da marca Ferticel[®] por vaso.

No primeiro experimento por bulbinhos os tratamentos foram doses de 0,1%, 0,2%, 0,4% de enxofre elementar na água de irrigação, e testemunha sem aplicação. No segundo experimento, os tratamentos foram enxofre elementar na água de irrigação nas doses de 0,5%, 1%, 2%, e o adubo Sulfacal[®] (Ca: 16%; S: 13 %) adicionado ao substrato no transplante nas doses de 20, 40 e 60 kg.ha⁻¹ de enxofre, o que corresponde respectivamente a 10, 20 e 30 mg.dm⁻³ e testemunha



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

com apenas água de irrigação. As aplicações de enxofre na água de irrigação foram iniciadas aos 40 dias após transplante e foram repetidas uma vez por semana por oito semanas consecutivas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi composta por um vaso com uma muda. A irrigação para manutenção das plantas foi realizada três vezes por semana com 150 mL de água por vaso. A aplicação dos tratamentos com enxofre na água de irrigação foi realizada uma vez por semana.

Após a colheita as plantas foram levadas para laboratório para a determinação da massa fresca de folhas e bulbos.

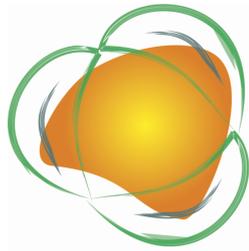
O pH em CaCl_2 e o teor de nutrientes no substrato foram determinados no início e ao final do experimento com bulbinhos no Laboratório de Solos da Epagri, Estação Experimental de Ituporanga, SC. Os dados da análise básica do substrato original extraível no início do experimento foram para argila =24% m/v; pH água= 5,5; índice SMP= 8,8; P= 387,6 mg.dm^{-3} ; K= 1200,0 mg.dm^{-3} ; M.O.= 10,4%; Al= 0,0 cmolc.dm^{-3} ; Ca= 20,0 cmolc.dm^{-3} ; Mg= 5,3 cmolc.dm^{-3} ; H + Al= 5,7 cmolc.dm^{-3} ; CTC pH 7,0= 34,04 cmolc.dm^{-3} ; saturação na CTC de Al=0,0% e V= 83,26%; Soma de bases, S= 28,34; relações Ca/Mg= 3,77; Ca/K= 6,51 e Mg/K= 1,73. A análise do substrato com valores dos demais nutrientes extraíveis e por digestão total nitroperclórica foram respectivamente, S (enxofre) = 1,1 e 3,8 g.Kg^{-1} ; Fe= 207,0 e 42730,1 mg.Kg^{-1} ; Cu= 2,1 e 134,5 mg.Kg^{-1} ; Mn= 7,3 e 680,0 mg.Kg^{-1} ; Zn= 28,3 e 231,1 mg.Kg^{-1} ; B= 6,4 e 6,2 mg.Kg^{-1} .

Os dados foram submetidos para a análise regressão (experimento 1) e de variância (experimento 2) no programa estatístico SAS versão 6.12. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A massa fresca de bulbos foi incrementada por enxofre elementar na água de irrigação de acordo com uma relação quadrática positiva em bulbinhos,

$y = 13,4 - 24,7.x + 102,9.x^2$ ($R^2 = 0,34$, $P = 0,05$), e na menor dose avaliada em mudas, 0,5% (Tabela 1). Os demais tratamentos, independente de doses e forma de aplicação, não alteraram a massa fresca de bulbos. De maneira similar Coolong et al. (2005) observaram incremento de massa fresca de bulbos de cebola na cultivar Granex 33 com enxofre em solução nutritiva. Os tratamentos aplicados na água de irrigação ou via solo não influenciaram a massa fresca média de folhas (em bulbinhos 5,0g e mudas, 8,7g) (Tabela 1). McCallum et al. (2005) também não observaram incremento de massa fresca de bulbos de cebola com adição de enxofre ao solo. Em contraste, a possibilidade da aplicação de enxofre no solo incrementar a produtividade de cebola em doses de 40 a 60 kg.ha^{-1} (SOUZA, 2013; CHANNAGOUDAR e JANAWADE, 2010) não foi observada, possivelmente pela concentração elevada deste elemento no substrato.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

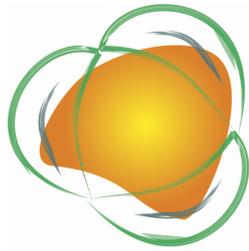
No final do experimento o pH foi reduzido de maneira linear com as doses de enxofre na água de irrigação em bulbinhos, $y = 5,8 - 1,12 \cdot x$ ($R^2 = 0,34$, $P = 0,001$, média = 5,6) (Figura 1). Os teores dos seguintes tratamentos no substrato no final do experimento não diferiram entre tratamentos, com respectivas médias, $N = 6,1 \text{ g.Kg}^{-1}$, $P = 1,6 \text{ g.Kg}^{-1}$, $Fe = 6,09 \text{ g.Kg}^{-1}$, $Zn = 147,58 \text{ g.Kg}^{-1}$, $Mn = 757,25 \text{ g.Kg}^{-1}$,

$Cu = 105,15 \text{ g.Kg}^{-1}$. Os seguintes nutrientes foram incrementados linearmente no substrato no final do experimento com doses de enxofre na água de irrigação, K ($y = 1,91 + 1,78 \cdot x$, $R^2 = 0,21$, $P = 0,0153$, média = $2,22 \text{ g.Kg}^{-1}$), Ca ($y = 9,05 + 10,41 \cdot x$, $R^2 = 0,23$, $P = 0,0104$, média = $10,89 \text{ g.Kg}^{-1}$), Mg ($y = 6,15 + 6,36 \cdot x$, $R^2 = 0,19$, $P = 0,0215$, média = $7,26 \text{ g.Kg}^{-1}$) e S ($y = 2,87 + 4,20 \cdot x$, $R^2 = 0,17$, $P = 0,0302$, média = $3,60 \text{ g.Kg}^{-1}$) (Figura 2).

Tabela 1. Doses de enxofre (S) aplicado na água de irrigação (IR) e no solo (SOL) em cebola sobre massa fresca de folhas (MFF) e massa fresca de bulbos (MFB), em casa de vegetação. Epagri, Ituporanga, SC, 2014.

Tratamentos	MFF (g)	MFB(1)(g)
S IR 0,5%	9,8NS(2)	11,9 a
S IR 1,0%	7,8	6,1 b
S IR 2,0%	8,4	7,5 b
S SOL 20 kg.ha ⁻¹	10,1	8,6 b
S SOL 40 kg.ha ⁻¹	8,8	8,1 b
S SOL 60 kg.ha ⁻¹	7,5	6,2 b
Testemunha	8,5	6,8 b
Média	8,7	7,9
CV%	30,7	29,4

(1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. (2) NS, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F. CV = coeficiente de variação.



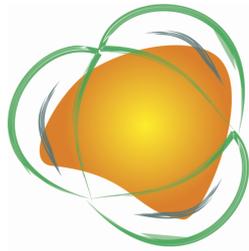
XIII Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016



Figura 1. Massa fresca de bulbinhos (g) sob diferentes doses de enxofre (%) na água de irrigação. Epagri, Ituporanga, 2014.

--	--



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

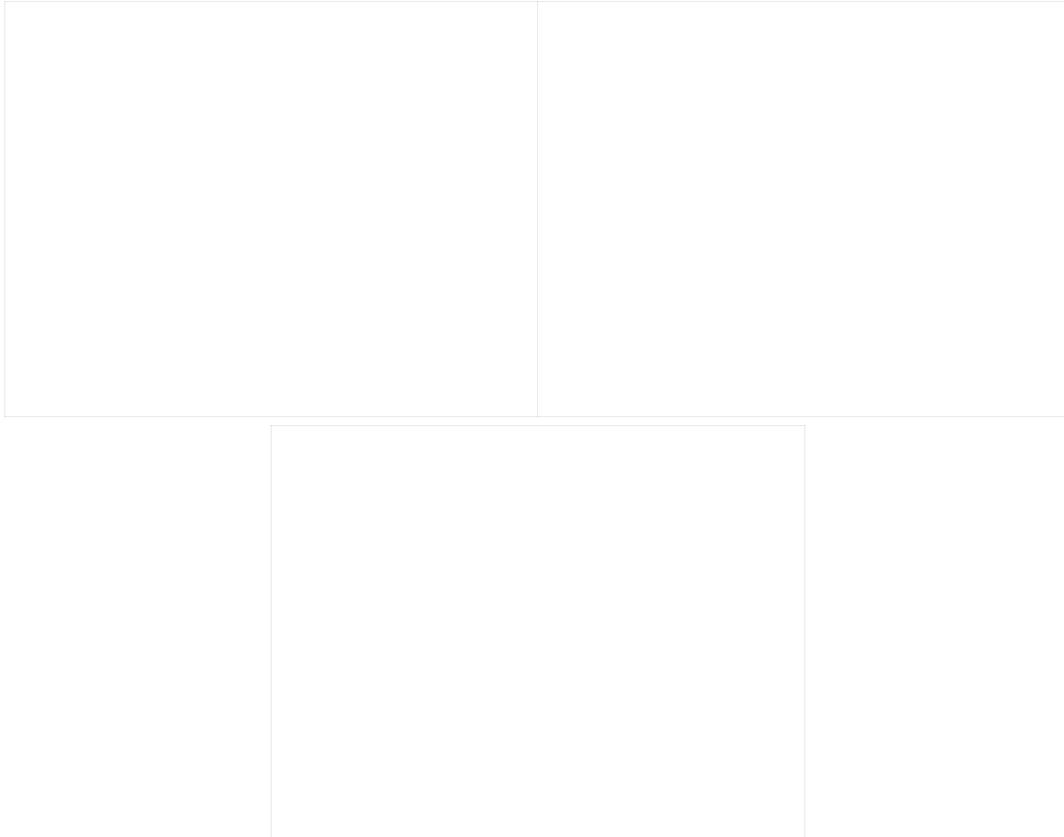


Figura 2. Correlação entre doses de enxofre (%) na água de irrigação em bulbinhos de cebola e análise química do substrato no final do experimento. Epagri, Ituporanga, 2014.

Conclusões

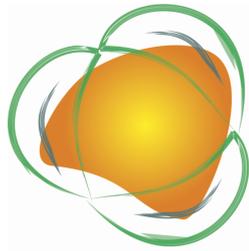
O enxofre elementar aplicado na água de irrigação incrementou a massa fresca de bulbos em uma relação quadrática positiva em bulbinhos e a 0,5% em mudas.

A massa fresca de folhas foi similar entre tratamentos.

O pH do substrato no final do experimento foi reduzido de maneira linear com as doses de enxofre na água de irrigação em bulbinhos e K, Ca, Mg e S, foram incrementados. Os teores dos demais nutrientes no substrato não foram alterados.

Agradecimento

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, FAPESC, pelo apoio financeiro na execução dos experimentos.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Referências

ALVAREZ, J.W.R. Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2004. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2004.

CHANNAGOUDAR, R.F.; JANAWADE, A.D. Effect of different levels of irrigation and sulphur on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, v.19, n.3, p.489-492, 2010.

COOLONG, T.W. et al. Nitrogen and sulfur influence nutrient usage and accumulation in onion. Journal of plant nutrition, v.27, n.9, p. 1667-1686, 2005.

MCCALLUM, J. et al. Sulfur and nitrogen fertility affects flavour of field-grown onions. Plant and soil, v.269, n. (1-2), p.151-158, 2005. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-004-0402-5>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n. 46 de 06 de outubro de 2011. Anexo VII. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legis_lacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_046_de_06-10-2011.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2016.

PÔRTO, D.R.Q. et al. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Superex" estabelecida por semeadura direta. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.949-955, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n4/a05v37n4>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

SOUZA, L.F.G. Produtividade e qualidade da cebola em função de doses de enxofre. 2013. 34f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/88227>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

VIDIGAL, S.M. et al. Crescimento e absorção de nutrientes pela planta cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplante de mudas. Bioscience Journal, Uberlândia, v.26,n.1,p.59-70,2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewArticle/7036>>. Acesso em: 09 mai. 2016.