

ACÚMULOS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA ALFACE CONDUZIDA NO OUTONO E FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO, POTÁSSIO E SILÍCIO

RENAN SOARES DE SOUZA¹, ROBERTO REZENDE², PAULO SÉRGIO LOURENÇO DE FREITAS²,
MARIANA GOMES BRESANSIN³, JHONATAN MONTEIRO DE OLIVEIRA⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA), Depto. de Agronomia (DAG), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá – PR, Fone: (0XX44) 3225.9688, nansoares86@hotmail.com

² Engenheiros Agrícolas, Professores Associados, DAG, UEM, Maringá – PR

³ Engenheira Agrônoma, Mestranda, PGA, DAG, UEM, Maringá – PR

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando, PGA, DAG, UEM, Maringá – PR

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A avaliação de alface Vera quanto aos acúmulos de cálcio e magnésio na massa seca comercial da parte aérea, quando conduzida em ambiente protegido e no outono e fertirrigada com doses de nitrogênio, potássio e silício, foi o objetivo deste trabalho. Um tratamento testemunha não recebeu fertirrigação. Nove tratamentos foram formados a partir da combinação entre cinco doses de nitrogênio (36; 216; 360; 504 e 684 mg N por planta) e de silício e potássio (4,60; 27,60; 46,00; 64,40 e 87,40 mg Si e K₂O por planta), de acordo com o esquema da matriz Plan Puebla III, sendo as doses aplicadas em cobertura e via fertirrigação por gotejamento. A distribuição dos dez tratamentos ocorreu mediante um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Enquanto o acúmulo de cálcio foi influenciado positivamente tanto pela fertirrigação com nitrogênio quanto pela fertirrigação com silício e potássio, o acúmulo de magnésio foi influenciado favoravelmente apenas pela fertirrigação com nitrogênio. As melhores respostas, para acúmulo de cálcio, ocorreram nas máximas doses de nitrogênio (224,97 mg Ca por planta) e de silício e potássio (209,80 mg Ca por planta) e, para acúmulo de magnésio, na dose máxima de nitrogênio (31,78 mg Mg por planta).

PALAVRAS-CHAVE: macronutrientes, *Lactuca sativa*, quimificação.

CALCIUM AND MAGNESIUM ACCUMULATIONS IN LETTUCE CONDUCTED IN AUTUMN AND FERTIRRIGATED WITH NITROGEN, POTASSIUM AND SILICON

ABSTRACT: The evaluation of Vera lettuce as to the calcium and magnesium accumulations in the shoot commercial dry mass, when conducted in protected environment and in autumn and fertirrigated with doses of nitrogen, potassium and silicon, was the objective of this work. A control treatment did not receive fertirrigation. Nine treatments were formed from the combination among five nitrogen (36, 216, 360, 504 and 684 mg N per plant) and silicon and potassium doses (4.60, 27.60, 46.00, 64.40 and 87.40 mg Si and K₂O per plant), according to the Plan Puebla III matrix scheme, being the doses applied in topdressing and by drip fertirrigation. The distribution of the ten treatments occurred through a completely randomized design with three replications. While the calcium accumulation was positively influenced both by fertirrigation with nitrogen and fertirrigation with silicon and potassium, the magnesium accumulation was favorably influenced only by fertirrigation with nitrogen. The best responses, for calcium accumulation, occurred at the maximum nitrogen (224.97 mg Ca per plant) and silicon and potassium doses (209.80 mg Ca per plant) and, for magnesium accumulation, at the nitrogen maximum dose (31.78 mg Mg per plant).

KEYWORDS: macronutrients, *Lactuca sativa*, chemigation.

INTRODUÇÃO: Na agricultura, maiores produções e qualidade final dos produtos para consumo direto *in natura* ou processamento industrial são objetivos desejáveis, que podem ser alcançados, para a cultura da alface, utilizando-se o cultivo em ambiente protegido, um sistema de irrigação adequado e a prática da fertirrigação, que consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Para alface

cultivada em sistema convencional (solo), Beninni, Takahashi e Neves (2005) relataram a seguinte ordem de acúmulo de macronutrientes pela parte aérea: $K > N > Ca > P > S > Mg$; que ressalta a importância do potássio e do nitrogênio para esta cultura. Uma das possibilidades de atuação do silício ocorre sobre a composição mineral, como o conteúdo de nitrogênio, fósforo e outros elementos (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Neste contexto, a avaliação de alface Vera quanto aos acúmulos de cálcio e magnésio na massa seca comercial da parte aérea, quando conduzida em ambiente protegido e no outono e fertirrigada com doses de nitrogênio, potássio e silício, foi o objetivo deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Centro Técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá-PR, no período de cultivo de 05/04/2013 (semeadura) a 18/06/2013 (colheita) (outono; 74 dias). O clima local é da classe Cfa (subtropical), conforme Köppen, e a classe de solo é Nitossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006). Três canteiros foram construídos e posteriormente divididos em 30 frações de área, que corresponderam às parcelas experimentais, cujas dimensões foram de 2,4 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,10 m de altura. A adubação de base foi: 0,5 kg de esterco de galinha por metro quadrado e 40 kg de $N\ ha^{-1}$. Semeou-se a alface de cultivar Vera (semente peletizada) em bandejas de isopor de 128 células (uma semente por célula), preenchidas com o substrato Mecplant[®], e quando as mudas apresentavam quatro folhas emitidas, estas foram transplantadas para o solo (25 dias após a semeadura), no espaçamento de 0,20 m x 0,20 m (três fileiras, de 12 plantas cada uma, por parcela experimental). Para estas três fileiras de plantio, foram alocadas duas linhas laterais de irrigação e fertirrigação, de polietileno e 16 mm de diâmetro, com 12 gotejadores cada uma, espaçados na linha lateral e entre linhas laterais em 0,20 m, operando à pressão de 10 m. c. a., na qual a vazão média por emissor foi de 0,84 $L\ h^{-1}$. A constituição do sistema de irrigação e fertirrigação ainda ocorreu por meio de uma caixa d'água de polietileno de 500 L, uma bomba centrífuga de 0,5 cv e tubulação principal e de derivação de PVC com diâmetro de 32 mm. Um tratamento testemunha não recebeu fertirrigação. Nove tratamentos foram formados a partir da combinação entre cinco doses de nitrogênio (36; 216; 360; 504 e 684 mg N por planta) e de silício e potássio (4,60; 27,60; 46,00; 64,40 e 87,40 mg Si e K_2O por planta), de acordo com o esquema da matriz Plan Puebla III (TURRENT; LAIRD, 1975), sendo as doses aplicadas em cobertura e via fertirrigação por gotejamento. A distribuição dos dez tratamentos ocorreu mediante um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As fontes de nutrientes foram a ureia (45% N) e o produto líquido comercial Fertisilício[®] (12% de Si solúvel em água - 165,6 $g\ L^{-1}$; 12% de K_2O solúvel em água - 165,6 $g\ L^{-1}$), o qual é a base de silicato de potássio. Com base na leitura de três tensiômetros, instalados a 0,10 m de profundidade do solo, decidiu-se quando irrigar, utilizando-se como referência a tensão de água no solo de 15 kPa. As doses totais testadas foram divididas em quatro e, desta forma, houve quatro fertirrigações para aplicação de nitrogênio e quatro fertirrigações para aplicação de silício e potássio, realizadas com periodicidade semanal. Por ocasião da colheita, a massa fresca comercial da parte aérea foi obtida de cada planta útil da parcela experimental (8 plantas centrais) e, posteriormente, os materiais frescos foram secos em estufa a 65 °C até peso constante, para que a massa seca comercial da parte aérea (MSCPA) fosse determinada. Os teores de cálcio e magnésio na MSCPA foram obtidos laboratorialmente e os acúmulos destes macronutrientes na MSCPA, em mg por planta, foram determinados pelos produtos entre os seus teores na MSCPA e a MSCPA. Os valores obtidos para os tratamentos e suas repetições foram submetidos à análise de regressão linear múltipla, cujo procedimento de seleção de modelos estatísticos utilizou os seguintes critérios: teste F significativo para a regressão ($p < 0,05$); teste F não significativo para a falta de ajustamento ($p > 0,05$); teste t de Student significativo para coeficientes de regressão ($p < 0,05$); e coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). Estudou-se como modelo estatístico completo o seguinte: $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2$, em que \hat{Y} - valor estimado da característica em questão; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ - coeficientes de regressão; X_1 - dose de N (mg por planta); e X_2 - dose de Si e K_2O (mg por planta); a partir do qual estudou-se todos os modelos estatísticos lineares possíveis anteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para acúmulo de cálcio na MSCPA, houve respostas lineares crescentes com os aumentos na dose de N e na dose de Si e K_2O , de maneira a constatar influência significativa da fertirrigação nitrogenada e da fertirrigação com silício e potássio sobre essa variável

resposta. A adição de 100 mg N por planta acrescentou 14,53 mg por planta ao acúmulo de Ca (Figura 1), enquanto que a adição de 10 mg Si e K₂O por planta resultou em um incremento de 8,08 mg Ca por planta (Figura 2). Os maiores acúmulos de Ca foram constatados na máxima dose de N (684 mg por planta; 224,97 mg Ca por planta) (Figura 1) e na máxima dose de Si e K₂O (87,40 mg por planta; 209,80 mg Ca por planta) (Figura 2).

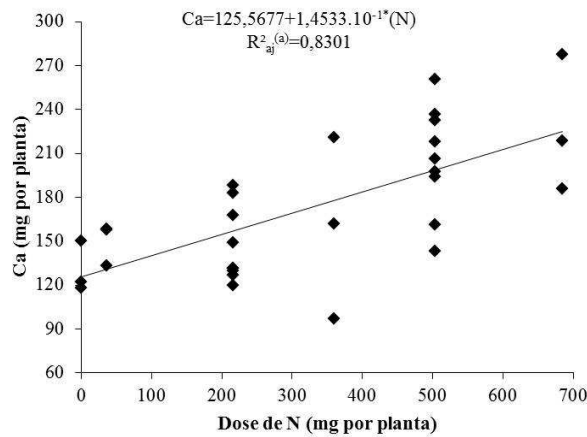


FIGURA 1. Acúmulo de cálcio (Ca) na massa seca comercial da parte aérea de alface Vera, em função de doses de N, Maringá, PR. *Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ^(a)Coefficiente de determinação ajustado.

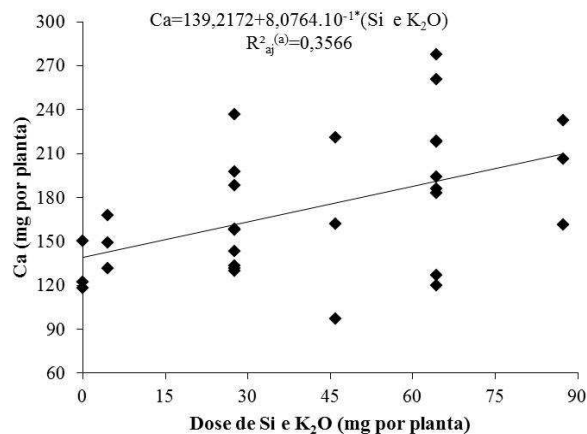


FIGURA 2. Acúmulo de cálcio (Ca) na massa seca comercial da parte aérea de alface Vera, em função de doses de Si e K₂O, Maringá, PR. *Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ^(a)Coefficiente de determinação ajustado.

Para acúmulo de magnésio na MSCPA, houve apenas resposta linear crescente em função do aumento na dose de N, de maneira a constatar apenas influência significativa da fertirrigação nitrogenada sobre essa característica. A adição de 100 mg N por planta acrescentou 2,52 mg por planta ao acúmulo de Mg e seu maior valor (31,78 mg Mg por planta) foi observado na máxima dose de N (684 mg por planta) (Figura 3). Em estudo realizado com alface Raider, mediante utilização de doses de adubação em cobertura de nitrogênio, adicionais à dose de 60 kg N ha⁻¹ aplicada pelo produtor, e doses de molibdênio via foliar, Resende et al. (2012) constataram benefícios da adubação nitrogenada sobre os teores de cálcio e magnésio, que concorda com o presente trabalho do ponto de vista de que neste os acúmulos de cálcio e magnésio na MSCPA também foram beneficiados pela aplicação de nitrogênio. Kano, Cardoso e Villas Bôas (2010) constataram, com alface para produção de sementes, que doses de potássio influenciaram significativamente o teor de magnésio da matéria seca da parte aérea, mas não observaram efeito significativo para o teor de cálcio, e também constataram que o aumento da dose de potássio proporcionou redução linear do teor de magnésio.

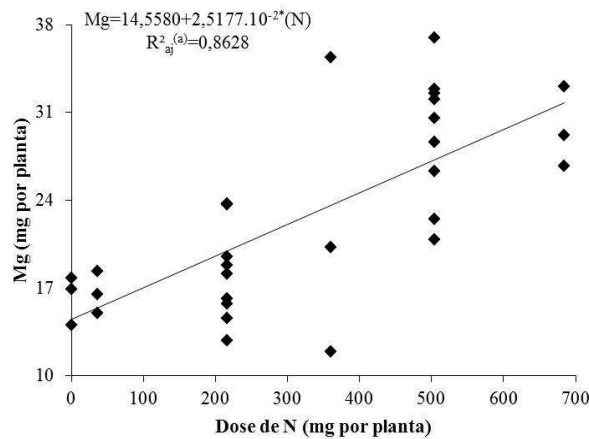


FIGURA 3. Acúmulo de magnésio (Mg) na massa seca comercial da parte aérea de alface Vera, em função de doses de N, Maringá, PR. *Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ^(a)Coefficiente de determinação ajustado.

De maneira a discordar do estudo de Kano, Cardoso e Villas Bôas (2010), no presente trabalho, o acúmulo de cálcio na MSCPA foi influenciado significativamente e de modo positivo pela aplicação de potássio, além de não ter ocorrido influência significativa do fornecimento de potássio sobre o acúmulo de magnésio na MSCPA. Ferreira et al. (2010) não constataram diferenças significativas quanto ao efeito do silicato de cálcio nos teores foliares de Ca e Mg em alface, que discorda do presente trabalho no sentido de que neste o acúmulo de Ca na MSCPA foi influenciado positivamente pela aplicação de silício e potássio, porém concorda com o presente trabalho no sentido de que neste o acúmulo de Mg na MSCPA não foi influenciado significativamente pela aplicação de silício e potássio.

CONCLUSÕES: A fertirrigação nitrogenada influenciou de maneira significativa e positiva os acúmulos de cálcio e magnésio na massa seca comercial da parte aérea, com seus maiores valores obtidos na máxima dose de N (684 mg por planta). A aplicação de silício e potássio via água de irrigação influenciou e beneficiou o acúmulo de cálcio na massa seca comercial da parte aérea, com seu maior valor obtido na máxima dose de Si e K₂O (87,40 mg por planta).

REFERÊNCIAS

- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. NUNES, M. E. T (trad.). *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Planta: Londrina, 2006. 403 p.
- FERREIRA, R. L. F.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V.; WADT, P. G. S. Avaliação de cultivares de alface adubadas com silicato de cálcio em casa-de-vegetação. *Ciência e agrotecnologia*, v. 34, n. 5, p. 1093-1101, 2010.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010.
- RESENDE, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J. Rendimento e teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 3, p. 373-378, 2012.
- TURRENT, A.; LAIRD, R. J. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. *Agrociencia*, v. 19, p. 117-143, 1975.