

Teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de inverno

Geraldo M. de Resende¹; Marco A. Alvarenga²; Jony E. Yuri¹; Rovilson J. de Souza²

¹Embrapa Semiárido, C. Postal 23, 56302-970, Petrolina-PE; ²UFLA-DAG, C. Postal 37, 37200-000, Lavras-MG; gmilanez@cpatsa.embrapa.br; alvarengamarco@terra.com.br; jony.yuri@cpatsa.embrapa.br; rovilson@ufla.br.

RESUMO

O trabalho foi conduzido no município de Três Pontas, Sul de Minas Gerais, no período de abril a julho de 2003, com o objetivo de avaliar a influência de doses de nitrogênio e molibdênio no teor de macronutrientes da alface americana (*Lactuca sativa* L.). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais a dose aplicada pelo produtor de 60 kg/ha de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e cinco doses de molibdênio via foliar (0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 kg ha⁻¹) e três repetições. Os resultados indicaram aumento no teor de nitrogênio e magnésio com as doses de nitrogênio e molibdênio. Os teores de potássio reduziram-se com o aumento das doses de nitrogênio e molibdênio, sendo que para a maior dose de molibdênio (140,4 kg ha⁻¹), estabeleceu-se um efeito quadrático no qual a dose de 76,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio em

cobertura propiciou o maior teor de potássio. Para os teores de fósforo, cálcio e enxofre verificaram-se efeito significativo da interação N x Mo, cujas concentrações na parte aérea aumentaram com as doses de nitrogênio e molibdênio.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, nutrição mineral, pulverização foliar.

ABSTRACT

Nitrogen and molybdenum rates in the yield and macronutrients concentration in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) in summer planting In the Southern State of Minas Gerais

The trial was carried out at Três Pontas, State of Minas Gerais, Brazil, from April to July 2003, with the objective of evaluating the influence of nitrogen and molybdenum rates on macronutrients uptake in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.). A randomized complete block design scheme with three replications was used. The treatments were a factorial combination of four nitrogen rates (0.0; 60.0; 120.0 and 180.0 kg ha⁻¹) applied in additional the

dose commonly used by growers (60 kg/ha of N) and five foliar molybdenum rates (0.0, 35.1; 70.2; 105.3 and 140.4 g ha⁻¹). The results indicated for commercial increase in the levels of N e Mg with increasing doses of nitrogen and molybdenum. The levels of potassium were reduced with the increase of the doses of nitrogen and molybdenum, and for the largest levels of molybdenum (140.4 g ha⁻¹) there was

quadratic effect in which the dose of 76.1 kg ha⁻¹ of N in top dressing showed the highest level of potassium . For the levels of P, Ca and S a significant effect from the interaction N x K was verified, which had their content increased in the plant tops with the doses of nitrogen and molybdenum.

Keywords: *Lactuca sativa*, mineral nutrition, foliar pulverization.

INTRODUÇÃO

Sendo a alface uma cultura composta basicamente por folhas, esta responde muito à adubação nitrogenada (Garcia *et al.*, 1982). Nos sistemas biológicos o molibdênio é constituinte de pelo menos cinco enzimas catalisadoras de reações. Três destas enzimas (redutase do nitrato, nitrogenase e oxidase do sulfito) são encontradas em plantas (Gupta & Lipsett, 1981). A função mais importante do molibdênio nas plantas está relacionada com o metabolismo do nitrogênio (Chairidchai, 2000).

O aumento da concentração de nitrogênio na planta como o incremento das doses de nitrogênio em alface é relatado por Alvarenga (1999). Nannetti (2001) constatou aumento desse nutriente com a aplicação do nitrogênio fornecido no solo em pimentão, salientando que já é conhecido o efeito sinérgico existente entre o nitrogênio e o potássio.

Segundo Resende *et al.* (1997) há um efeito significativo e complementar na absorção de nitrogênio e potássio, e que o importante é a necessidade de um adequado nível de K para incrementar a produtividade com a adição de nitrogênio. Regato *et al.* (1997) verificaram aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio em alface, assim como Nannetti (2001) em pimentão. Com relação ao S, relata-se o efeito sinérgico com o N (Sharma *et al.*, 1994).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar na massa fresca comercial no teor de macronutrientes na parte aérea da alface americana cultivada sob condições de inverno no Sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Três Pontas, Sul de Minas Gerais, no período de abril a julho de 2003. A análise do solo apresentou as seguintes características químicas: $K = 73,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $P = 72,7 \text{ mg dm}^{-3}$; $Ca = 4,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Al = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $H + Al = 2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $pH \text{ em } H_2O = 6,3$ e matéria orgânica = 29 g kg^{-1} .

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial 4×5 , compreendendo quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais a dose aplicada pelo produtor de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio ($0, 60, 120$ e 180 kg ha^{-1}) e cinco doses de molibdênio via foliar ($0,0; 35,1; 70,2; 105,3$ e $140,4 \text{ g ha}^{-1}$) e três repetições, perfazendo um total de 20 tratamentos. Foi utilizado como adubo nitrogenado à ureia e como fonte de molibdênio o molibdato de sódio. A ureia foi aplicada em cobertura aos 10, 20 e 30 dias após o transplante em 40%, 30% e 30%, respectivamente, da dose avaliada. As doses em cobertura de ureia por parcela por planta foram previamente diluídas em água pura, aplicando-se 10 mL da solução, lateralmente a cada planta. O molibdato de sódio foi aplicado aos 21 dias após o transplante através de pulverizador costal manual capacidade de 4 L em máxima pressão, gastando-se $300 \text{ L de calda ha}^{-1}$.

Utilizou-se a cultivar Raider sendo o transplante feito aos 25 dias após o semeio. As parcelas constituíram-se de canteiros com quatro linhas de 2,1 m de comprimento espaçadas de 0,30 m, sendo entre plantas de 0,35 m. As linhas centrais formaram a área útil, retirando-se duas plantas em cada extremidade. Foi instalada, em toda a área, uma estrutura de proteção, constituída de túneis altos com 2,0 m de altura, cobrindo dois canteiros por túnel, constituído de tubos de ferro galvanizados, coberta com filme plástico transparente de baixa densidade, aditivado com anti-UV, de 100 μm de espessura, sendo os canteiros revestidos com filme plástico preto "mulching", de 4 m de largura e 35 μm de espessura. A adubação básica de plantio, de acordo com análise do solo, foi de 1500 kg ha^{-1} do formulado 02-16-08 e 1000 kg ha^{-1} de superfosfato simples. Instalaram-se, em cada canteiro, duas linhas de tubos gotejadores, com emissores espaçados a cada 30 cm e com vazão de $1,5 \text{ L h}^{-1}$. As adubações de cobertura foram

realizadas através de fertirrigações diárias, totalizando 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fontes uréia e cloreto de potássio.

A cultura foi mantida no limpo por meio de capinas manuais, quando necessárias, e o controle fitossanitário adotado foi o método padrão utilizado pelo produtor.

O transplante das mudas foi realizado em 13/05/2003. A colheita foi feita em 18/07/2003. Por ocasião da colheita retiraram-se amostras no terço médio da cabeça comercial de todas as plantas úteis da parcela, obtendo-se uma amostra (\pm 300g) por tratamento. Estas foram lavadas em água corrente e destilada, e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 65-70 °C, até peso constante, moídas e acondicionadas em recipientes vedados com tampa de plástico. A análise dos nutrientes no respectivo material foi realizada no laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência do Solo/UFLA. O nitrogênio foi determinado utilizando-se o método Micro Kjeldahl após digestão sulfúrica. Os teores de potássio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio foram determinados no extrato nitro-perclórico. O fósforo foi determinado por colorimetria; o potássio por fotometria de chama e o enxofre por turbidimetria (Malavolta *et al.*, 1997). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e regressão com base no modelo polinomial ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para doses de nitrogênio ajustou-se um modelo quadrático, no qual a dose de 161,5 kg ha⁻¹ de N adicional à dose empregada pelo produtor, proporcionou a maior concentração de nitrogênio na matéria seca da parte comercial (Tabela 1). O aumento da concentração de nitrogênio na planta com o incremento das doses de nitrogênio em alface é relatado por diversos autores (Alvarenga, 1999). Salienta-se que os valores encontrados estão próximos da faixa considerada como adequada por Van Raij *et al.* (1997), que situa-se de 3,0 a 5,0 dag/kg. No que se refere a doses de molibdênio também ajustou-se um modelo quadrático onde a dose de 79,2 g ha⁻¹ possibilitou uma maior concentração de nitrogênio na parte comercial da alface (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Barros (1979) que observou aumentos significativos no teor de nitrogênio das plantas com a aplicação de molibdênio.

A análise dos teores de fósforo indicaram que tanto as doses de nitrogênio como as doses de molibdênio tiveram efeito significativo sobre esta característica, assim como sua interação (Tabela 1). Verificou-se na ausência assim como para a dose de 35,1 g ha⁻¹

¹ de molibdênio efeitos lineares com o incremento das doses de nitrogênio. Para a dose de 70,2 g ha⁻¹ de molibdênio obteve-se uma resposta quadrática com ponto de mínimo teor na dose adicional de 17,4 kg ha⁻¹ de N. No que se refere às doses de 105,3 e 140,4 g ha⁻¹ de molibdênio verificou-se que os maiores teores de fósforo foram alcançados com as doses 119,3 e 146,2 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Estes resultados são similares aos observados por Alvarenga (1999) que observou aumento significativo nas quantidades de fósforo absorvidas pela parte aérea da alface em função das doses de nitrogênio e cálcio. Salienta-se ainda que os valores encontrados situam-se na faixa considerada como adequada por Van Raij *et al.* (1997), de 0,40 a 0,70 dag kg⁻¹.

Resultados semelhantes foram obtidos para teor de potássio na parte comercial da alface (Tabela 1). Não observou-se diferenças significativas dos tratamentos na ausência da adubação molíbdica. Desdobrando-se a interação de doses de molibdênio dentro de doses de nitrogênio estabeleceu-se modelos lineares negativos para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g ha⁻¹ de molibdênio, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio verificou-se uma redução no teor de potássio na parte comercial da alface. Para a maior dose de 140,4 g ha⁻¹ de molibdênio, estabeleceu-se um efeito quadrático no qual a dose de 76,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura propiciou o maior teor de potássio na parte comercial da alface. Resende *et al.* (1997) afirmam que há um efeito significativo e complementar na absorção de nitrogênio e potássio, e que o importante é a necessidade de um adequado nível de K para incrementar a produtividade com a adição de nitrogênio.

A análise estatística dos teores de cálcio na parte comercial teve influência significativa das doses de nitrogênio e de molibdênio, assim como de sua interação (Tabela 1). Desdobrando-se esta interação em função das doses de nitrogênio, na ausência da adubação molíbdica estabeleceu-se um ajuste quadrático com ponto de máximo teor na dose de 124,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g ha⁻¹ de molibdênio constatou-se efeitos lineares positivos, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio verificou-se um aumento no teor de cálcio na parte comercial da alface, sendo que para a maior dose de molibdênio (140,4 g ha⁻¹) a dose de 93,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio adicional promoveu o maior retorno em termos de teor de cálcio. Estes resultados estão coerentes aos obtidos por Regato *et al.* (1997) que verificaram um aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio.

No que se refere ao teor de magnésio verificou-se efeitos significativos para doses de nitrogênio e de molibdênio de forma independente, sem ocorrer interação entre estes fatores (Tabela 1). As doses de nitrogênio mostraram efeito quadrático no qual a dose de 125,8 kg ha⁻¹ de N em cobertura propiciou o maior teor de magnésio na parte aérea. Ferreira (2001), em milho, concluiu que a aplicação de nitrogênio resulta em maior absorção de magnésio. Resultados similares foram observados para doses de molibdênio onde ajustou-se também um modelo quadrático no qual estimou-se a dose de 86,2 g ha⁻¹ de Mo com a que promoveu o maior retorno em termos de teor de magnésio. Não foram encontrados na literatura trabalhos que relacionassem a aplicação de molibdênio a um maior teor de magnésio em alface. Todavia, Pessoa (1998) relata que a adubação foliar com Mo promoveu maior teor de magnésio nas folhas do feijão.

A análise da interação molibdênio x nitrogênio (Tabelas 1) mostrou efeitos lineares positivos tanto na ausência da adubação molíbdica como para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g ha⁻¹ de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio. Para a dose de 140,4 g ha⁻¹ de molibdênio estabeleceu-se modelo com ponto de máximo teor do nutriente na dose de 168,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Resultados concordantes foram obtidos por Alvarenga (1999). Sharma *et al.* (1994) relata efeito sinérgico entre o N e o S.

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que as doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio foliar influenciaram positivamente no teor de nitrogênio e magnésio na parte aérea, sendo que para os teores de fósforo, cálcio e enxofre verificaram-se efeitos significativos da interação N x Mo, cujas concentrações na parte aérea aumentaram com as doses de nitrogênio e molibdênio. Entretanto, os teores de potássio reduziram-se com o aumento das doses de nitrogênio e molibdênio, sendo que para a maior dose de molibdênio (140,4 g ha⁻¹), estabeleceu-se um efeito quadrático no qual a dose de 76,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura propiciou o maior teor de potássio.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA MAR. 1999. *Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (Lactuca sativa L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar*. Lavras: UFLA. 117p. (Tese Doutorado).
- BARROS IBI. 1979. *Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo, e da aplicação de molibdênio em alface (Lactuca sativa L.)*. Viçosa:UFV. 43p. (Tese Mestrado).

RESENDE GMde; ALVARENGA, MA; YURI JE; SOUZA, RJ de. 2011. Teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Anais... Viçosa: ABH. 3695-3702

CHAIRIDCHAI P. 2000. The relationships between nitrate and molybdenum contents in pineapple grown on an inceptisol soil. *Acta Horticulturae* 529: 211-216.

FERREIRA ACB. 2001. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola* 58: 131-138.

GARCIA LLC; HAAG HP; DIEHL NETO V. 1982. Nutrição mineral de hortaliças- Deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 39: 349-362.

GUPTA UC; LIPSETT J. 1981. Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy* 34: 73-115.

MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319 p.

NANNETTI DC. 2001. *Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão*. Lavras: UFLA. 184p. (Tese Mestrado).

PESSOA AC dos S. 1998. *Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo*. Viçosa: UFV. 151p. (Tese Doutorado).

REGATO M; VARENNES A; MANUEL NETO M. 1997. Effects of nitrogen on yield, mineral composition and nitrate accumulation in three lettuce cultivars. *Revista de Ciências Agrárias* 20: 14-21.

RESENDE GM de; SILVA GL da; PAIVA LE; DIAS PF; CARVALHO, JG de. 1997. Resposta do milho (*Zea mays* L.) a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras-MG. II. Macronutrientes na parte aérea. *Ciência e Agrotecnologia* 21: 477-483.

SHARMA AK; SHARMA AM; SHARMA YM. 1994. Effect of irrigation, nitrogen and sulphur application on seed yield, quality and sulphur uptake by Indian mustard (*Brassica juncea*). *Agriculture Science Digest* 14: 63-67.

Van RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. 1997. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas: IAC. 285p. (Boletim técnico, 100).

Tabela 1. Teor de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre de doses de molibdênio em função das doses de nitrogênio em alface americana. Três pontas - MG, 2003.

Característica	Equações de regressão	
Nitrogênio	(N) $Y = 2,7819 + 0,005943D + 0,0000184*D^2$	$R^2 = 0,98$
	(Mo) $Y = 2,9083 + 0,007474D - 0,0000472**D^2$	$R^2 = 0,99$
Fósforo	$Y (0,0) = 0,3723 + 0,000677**D$	$R^2 = 0,89$
	$Y (35,1) = 0,4156 + 0,000650**D$	$R^2 = 0,92$
	$Y (70,2) = 0,4368 - 0,000136D + 0,0000039*D^2$	$R^2 = 0,97$
	$Y (105,3) = 0,4571 + 0,001813D - 0,0000076**D^2$	$R^2 = 0,90$
	$Y (140,4) = 0,4206 + 0,001900D - 0,0000065**D^2$	$R^2 = 0,92$
Potássio	$Y (35,1) = 3,3506 - 0,002822**D$	$R^2 = 0,81$
	$Y (70,2) = 3,3763 - 0,001755**D$	$R^2 = 0,80$
	$Y (105,3) = 3,3140 - 0,0011278*D$	$R^2 = 0,83$
	$Y (140,4) = 3,2075 + 0,005236D - 0,0000344**D^2$	$R^2 = 0,99$
Cálcio	$Y (0,0) = 0,5328 + 0,002019D - 0,0000081**D^2$	$R^2 = 0,97$
	$Y (35,1) = 0,5436 + 0,000672**D$	$R^2 = 0,99$
	$Y (70,2) = 0,5490 + 0,000538**D$	$R^2 = 0,99$
	$Y (105,3) = 0,5383 + 0,000583**D$	$R^2 = 0,99$
	$Y (140,4) = 0,4573 + 0,001983D - 0,0000106**D^2$	$R^2 = 0,89$
Magnésio	(N) $Y = 0,1837 + 0,000151D - 0,0000006*D^2$	$R^2 = 0,91$
	(Mo) $Y = 0,1836 + 0,000224D - 0,0000013**D^2$	$R^2 = 0,96$
Enxofre	$Y (0,0) = 0,1973 + 0,000511**D^2$	$R^2 = 0,84$
	$Y (35,1) = 0,2253 + 0,000283**D$	$R^2 = 0,98$
	$Y (70,2) = 0,2056 + 0,000372**D$	$R^2 = 0,99$
	$Y (105,3) = 0,2116 + 0,000277*D$	$R^2 = 0,99$
	$Y (140,4) = 0,2050 + 0,000472D - 0,0000014*D^2$	$R^2 = 0,95$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

HORTALIÇAS: DA ORIGEM AOS DESAFIOS DA SAÚDE E SUSTENTABILIDADE