

RENDIMENTO E TEORES DE MACRONUTRIENTES EM ALFACE TIPO AMERICANA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO EM CULTIVO DE VERÃO

Yield and content of macronutrients in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the summer planting as a function of nitrogen and molybdenum doses

Geraldo M. de Resende¹, Marco Antônio Rezende Alvarenga², Jony Eishi Yuri³, Rovilson José de Souza², José Hortêncio Mota⁴, Janice Guedes de Carvalho⁵, Juarez Carlos Rodrigues Júnior⁶

RESUMO

Conduziu-se o trabalho, no município de Três Pontas, Sul de Minas Gerais, no período de outubro a dezembro de 2002, objetivando avaliar a influência de doses de nitrogênio e molibdênio no rendimento e 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) e cinco doses de molibdênio via foliar (0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha) e três repetições. A maior massa fresca comercial foi obtida com a dose de 89,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura e 94,2 g/ha de molibdênio. Os resultados indicaram incremento no teor de nitrogênio e fósforo com as doses de nitrogênio e molibdênio. Os teores de potássio reduziram-se com o aumento das doses de nitrogênio e molibdênio. Para os teores de cálcio, magnésio e enxofre verificou-se efeito significativo da interação N x Mo, cujas concentrações na parte aérea aumentaram com as doses de nitrogênio e molibdênio.

Termos para indexação: *Lactuca sativa*, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, alface.

ABSTRACT

This experiment was carried out in the town of Três Pontas, State of Minas Gerais, Brazil, from October to December, 2002, with the aim of evaluating the influence of nitrogen and molybdenum doses on the yield and contents of macronutrients in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.). A complete randomized block design scheme with three replications was used, in which the treatments were a factorial combination of nitrogen doses in the top dressing additional to the 60 kg/ha N dose applied by the agriculturist (0.0, 60.0, 120.0, and 180.0 kg/ha) and five foliar molybdenum doses (0.0, 35.1, 70.2, 105.3, and 140.4 g/ha). The largest commercial fresh mass was obtained with the dose of 89.1 kg/ha nitrogen in the top dressing and 94.2 g/ha molybdenum. The results indicated an increase in the levels of N e P with increasing doses of nitrogen and molybdenum. The levels of potassium were reduced with the increase of the doses of nitrogen and molybdenum. Concerning the levels of Ca, Mg and S a significant effect from the interaction N x Mo was verified, which had their content increased in the plant tops with the increase of the doses of nitrogen and molybdenum.

Index terms: *Lactuca sativa*, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulphur, lettuce.

(Recebido em 22 de dezembro de 2005 e aprovado em 4 de abril de 2008)

INTRODUÇÃO

A alface americana (*Lactuca sativa* L.), tipo repolhuda “Crisphead lettuce”, vem adquirindo importância crescente, principalmente na região Sul de Minas Gerais. O plantio desse tipo de alface visa, principalmente, atender às redes “fast food” de alimentação (MOTA et al., 2003).

A fertilização constitui uma das práticas agrícolas mais caras e de maior retorno econômico, resultando em

maiores rendimentos e em produtos mais uniformes e de maior valor comercial (RICCI et al., 1995). Sendo a alface uma cultura composta basicamente por folhas, ela responde muito à adubação nitrogenada. A deficiência de nitrogênio retarda o crescimento da planta e induz à ausência ou má formação da cabeça, as folhas mais velhas tornam-se amareladas e desprendem-se com facilidade (GARCIA et al., 1982).

Nos sistemas biológicos, o molibdênio é constituinte de, pelo menos, cinco enzimas catalisadoras

¹Doutor – Embrapa Semi-Árido – Cx. P. 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – gmlanez@cpatsa.embrapa.br

²Doutores, Professores – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rovilson@ufla.br; marcoalvarenga@ufla.br

³Doutor – Universidade Vale do Rio Doce/UNINCOR – Avenida Castelo Branco, 82 – 37410-000 – Três Corações, MG – jonyyuri@uol.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor – Curso de Agronomia – Centro Federal de Educação Tecnológica de Cuiabá/CEFET – Br 364, Km 329 – São Vicente da Serra – 78106-970 – Santo Antônio do Leverger, MT – hortenciomota@terra.com.br

⁵Doutora – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – janicegc@ufla.br

⁶Técnico Agrícola – Departamento de Assistência Técnica – REFRICON – Rodovia Régis Bittencourt, s/n, Km 294 – 06850-000 – Itapeçerica da Serra, SP – agromax@agromax.com.br

de reações. Três dessas enzimas (redutase do nitrato, nitrogenase e oxidase do sulfeto) são encontradas em plantas (GUPTA & LIPSETT, 1981). A função mais importante do molibdênio nas plantas está relacionada com o metabolismo do nitrogênio.

O crescimento da alface, e como consequência o acúmulo de nutrientes, é lento até 30 dias após a emergência, aumentando rapidamente após esse período. Apesar de absorver quantidades relativamente pequenas de nutrientes quando comparadas às outras culturas, devido ao seu ciclo curto (2 a 3 meses), a alface pode ser considerada como cultura exigente em nutrientes, principalmente na fase final do seu ciclo (KATAYAMA, 1993).

O aumento da concentração de nitrogênio na planta, como o incremento das doses de nitrogênio em alface é relatado por Alvarenga et al. (2003) e Rushel (1998). Aumentos significativos nas quantidades de fósforo absorvidas pela parte aérea da alface, em função das doses de nitrogênio e potássio, foram observados por Ruschel (1998). 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 fósforo.

Incremento linear no teor de potássio, nas folhas de alface americana, com o aumento das doses de nitrogênio foi observado por Furtado (2001). Regato et al. (1997) verificaram aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio em alface, assim como Nannetti (2001) e Olsen et al. (1993) em pimentão. Com relação ao S, alguns autores evidenciaram efeito sinérgico com o N (PLESSIS & AGENBAG, 1994; SHARMA et al., 1994).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e molibdênio sobre o rendimento e teor de macronutrientes na parte aérea do alface tipo americana, cultivada sob condições de verão, no Sul de Minas Gerais.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Três Pontas, sul de Minas Gerais, na Fazenda Carapuça II de propriedade do produtor José Cláudio Nogueira, a uma altitude de 870 m, situado a 21°22'00" de longitude sul e 45°30'45" de longitude oeste (IBGE, 2005), em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). O clima da região é caracterizado por temperatura média anual variando de 15,8 °C no mês mais frio, a 22,1°C no mês mais quente; a precipitação média anual é de 1.529,7 mm e a umidade relativa do ar é de 76,2 % (BRASIL, 1992; CASTRO NETTO

et al., 1980). A análise do solo onde foi instalado o experimento apresentou as seguintes características químicas: K = 70,0 mg dm⁻³; P (Mehlich⁻¹) = 78,0 mg dm⁻³; Ca = 4,1 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,8 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al = 2,3 cmol_c dm⁻³; Zn = 0,8 mg dm⁻³; Fe = 25,0 mg dm⁻³; Mn = 14,2 mg dm⁻³; Cu = 1,0 mg dm⁻³; B = 0,3 mg dm⁻³; pH em H₂O = 6,0 e matéria orgânica = 2,4 dag kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg/ha) em cobertura adicionais a dose aplicada pelo produtor de 60 kg/ha de nitrogênio e cinco doses de molibdênio via foliar (0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha) e três repetições, perfazendo um total de 20 tratamentos. Foi utilizado como adubo nitrogenado a uréia e como fonte de molibdênio o molibdato de sódio. A uréia 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 uréia 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 L de calda/ha.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros a 0,20 m de altura. As mudas foram feitas em bandejas multicelulares de 288 células cada uma, preenchidas com substrato artificial (plantimax), sendo o transplante feito aos 25 dias após o semeio, quando as plantas apresentaram dois pares de folhas definitivas, utilizando-se a cultivar Raider.

As parcelas experimentais constituíram-se de canteiros com quatro linhas de 2,1 m de comprimento, com espaçamento de 0,30 m e 0,35 m entre plantas. 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 micras de espessura, sendo os canteiros revestidos com filme plástico preto "mulching", de 4 m de largura e 35 micras de espessura.

A adubação básica de plantio, de acordo com análise do solo, foi de 1500 kg/ha de formulado 02-14-08 e 1000 kg/ha de superfosfato simples. Após os adubos serem incorporados ao solo, instalou-se em cada canteiro duas linhas de tubo gotejador, com emissores espaçados a cada 30 cm e com vazão de 1,5 L.h⁻¹. As adubações de cobertura foram realizadas através de fertirrigações diárias,

totalizando 30 kg/ha de N e 60 kg/ha de K, utilizando como fontes uréia e cloreto de potássio, respectivamente (CFSEMG, 1999).

A cultura foi mantida no limpo através de capinas manuais, quando necessárias, e o controle fitossanitário adotado foi o método padrão utilizado pelo produtor, com pulverizações semanais com produtos à base de oxicloreto de cobre, iprodione, procimidone e piretróides.

O transplante das mudas foi realizado em 28/10/2002. A colheita foi feita em 09/12/2002, quando as plantas apresentaram-se completamente desenvolvidas.

Por ocasião da colheita avaliou-se a massa fresca comercial (g/planta) e retiraram-se amostras no terço médio da cabeça comercial de todas as plantas úteis da parcela, obtendo-se uma amostra (± 300 g) por tratamento. Essas 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, com as devidas identificações. 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 através do método Micro Kjeldahl e o potássio, fósforo, enxofre, cálcio e

magnésio foram determinados no extrato nitro-perclórico. As quantidades relativas aos extratos foram determinadas para o fósforo, através de colorimetria; para o potássio, fotometria de chama; para 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, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram efeitos significativos independentes para doses de nitrogênio e de molibdênio para massa fresca comercial da parte aérea. As doses de nitrogênio foram ajustadas a um modelo quadrático, no qual a dose de 89,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciou a maior resposta (Figura 1). Levando-se em consideração que o produtor utilizou um total de 60,0 kg/ha de N, a necessidade para se obter a máxima produtividade comercial foi de 149,1 kg/ha de nitrogênio. Furtado (2001), não encontrou, para massa fresca comercial, diferenças significativas, avaliando doses acima 148,0 kg/ha de nitrogênio.

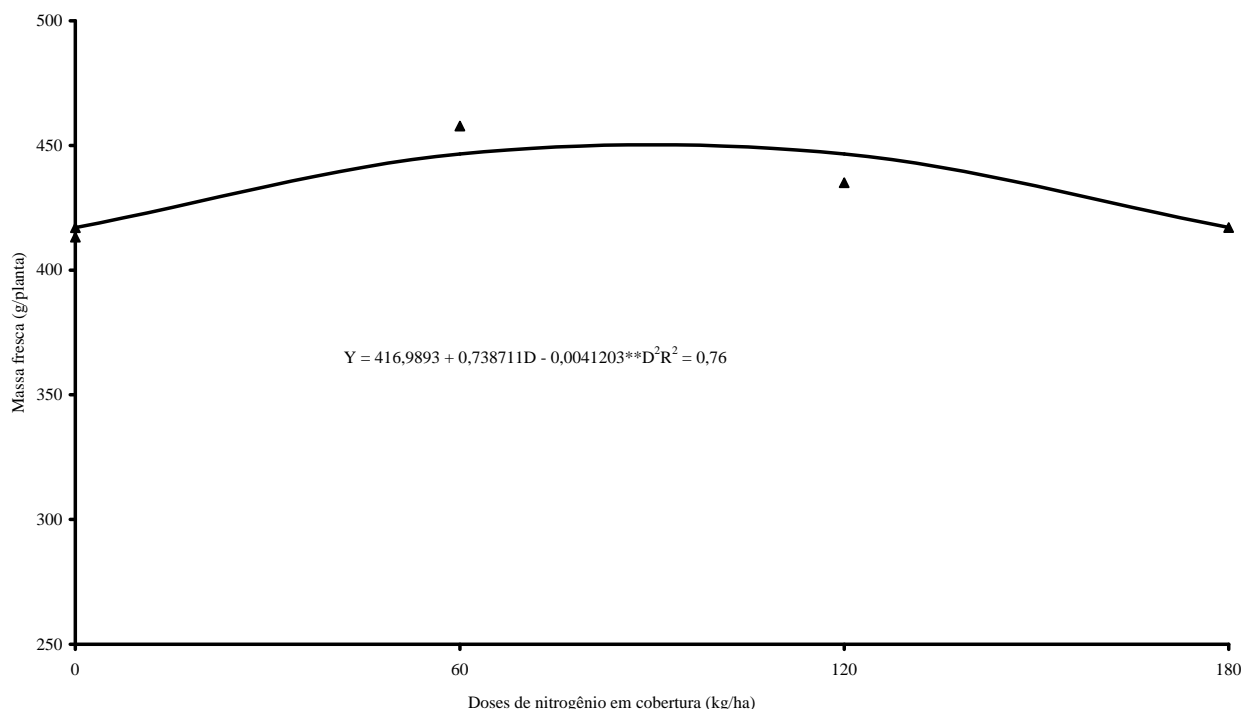


Figura 1 – Massa fresca total comercial de alface tipo americana, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Esses resultados são pouco inferiores a máxima produtividade de alface tipo americana, obtida com 168,0 kg/ha de N, informados por Mcpharlin et al. (1995), relatando diferentes autores, para as condições do Arizona, tanto em cultivos na primavera como no outono. Assim, como estão próximos à dose de 155,0 kg/ha de N, encontrados por Tei et al. (2000), para alface tipo lisa e "Butterhead". Broadley et al. (2000) relata relação negativa entre plantas, em condições normais de nitrogênio disponível e plantas deficientes, ocorrendo redução no peso de folha, em condições de limitação do nutriente.

Pela Figura 2, observa-se, para doses de molibdênio, efeito quadrático com ponto de máxima produtividade na dose de 94,2 g/ha. Com o incremento das doses de molibdênio, em função das épocas de aplicação, Yuri et al. (2004), verificaram-se efeitos quadráticos para peso da massa fresca comercial, tendo as doses de 82,7 g/ha de molibdênio proporcionado o maior rendimento, quando aplicado aos 21 dias após o transplante. Resultados positivos da aplicação de molibdênio na cultura da alface são relatados por Fontes et al. (1982) e Zito et al. (1994), que observaram aumento médio de 31,0% e 24,1%, na produção comercial de alface, com a aplicação de molibdênio.

No que se refere ao teor de nitrogênio na parte aérea, os resultados obtidos mostraram efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio independentemente, não apresentando efeitos positivos da interação. Para doses de nitrogênio, ajustou-se um modelo quadrático, no qual a dose de 114,9 kg/ha de N adicional à dose empregada pelo produtor, proporcionou a maior concentração de nitrogênio na matéria seca da parte comercial (Figura 3). O aumento da concentração de nitrogênio na planta, como o incremento das doses de nitrogênio, é uma resposta coerente e em alface é também relatado por Alvarenga et al. (2003), Raji et al. (1997), Ruschel (1998) e Yuri (2004). Salienta-se que os valores obtidos encontram-se dentro da faixa considerada como adequada por 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, em que a dose de 76,8 g/ha possibilitou maior concentração de nitrogênio na parte comercial da alface (Figura 4). A adubação foliar com Mo, aumentando os teores de N total e de N orgânico, ocasionando melhor desenvolvimento da cultura, em comparação às plantas não sujeitas a essa adubação, foram observadas por Barros (1979) em alface e por Pires (2003) em feijão.

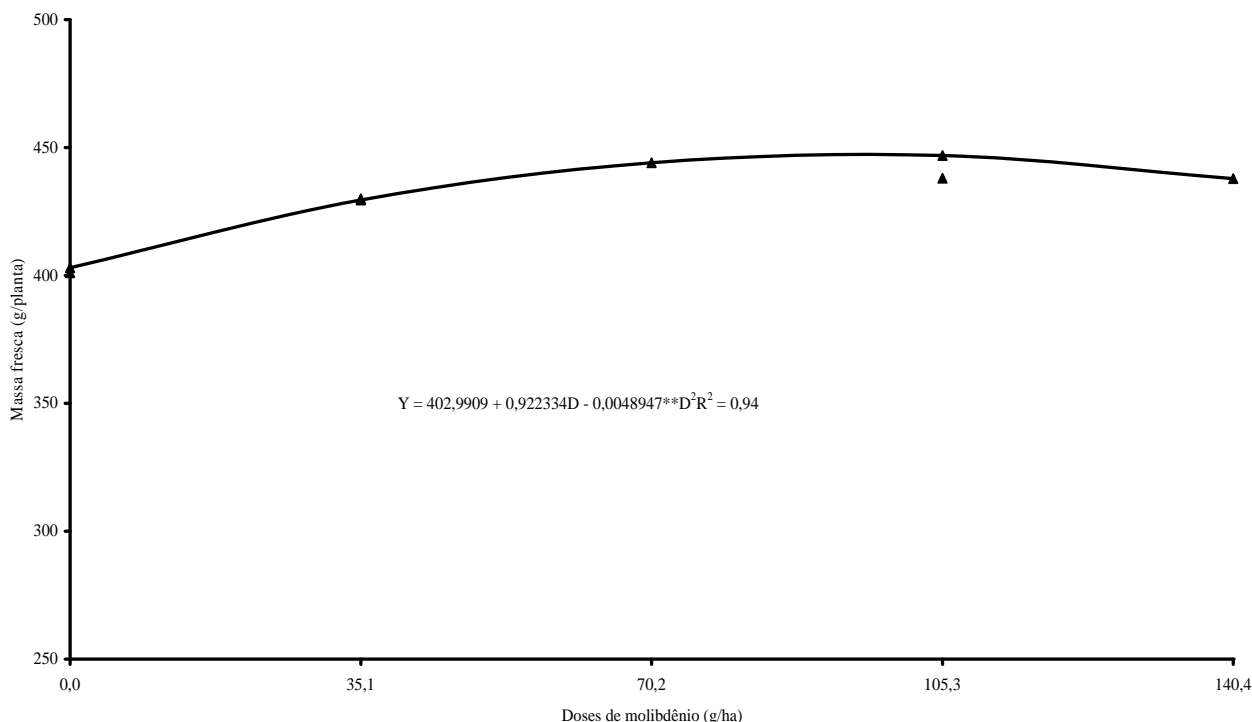


Figura 2 – Massa fresca comercial de alface tipo americana, em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

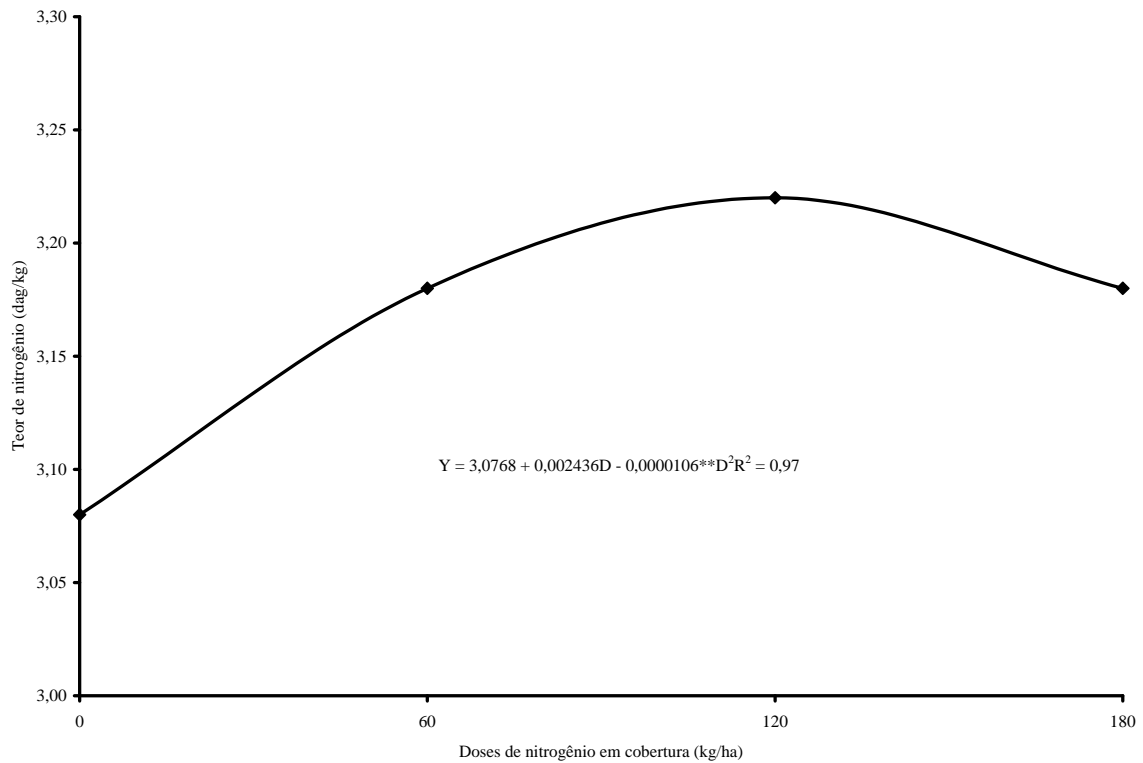


Figura 3 – Teor de nitrogênio na parte comercial da alface tipo americana, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

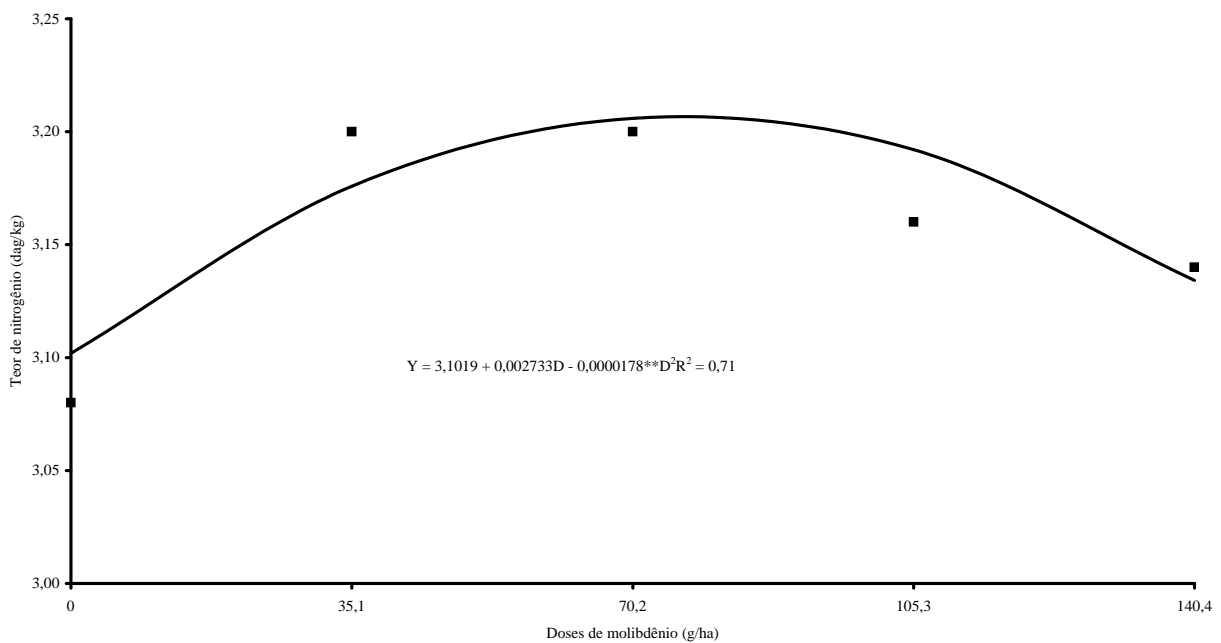


Figura 4 – Teor de nitrogênio na parte comercial da alface tipo americana, em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

A análise estatística dos teores de fósforo encontrados na parte comercial da alface indicaram que, tanto as doses de nitrogênio como as doses de molibdênio tiveram efeito significativo. Verificou-se, para doses de nitrogênio, resposta quadrática à sua aplicação, obtendo-se a dose adicional de 92,6 kg/ha de N, como a que promoveu a maior concentração de fósforo na parte comercial da alface (Figura 5). Esses resultados são similares aos observados por Ruschel (1998) em alface e por Nannetti (2001) em pimentão, que também observou aumento desse nutriente com o aumento do nitrogênio fornecido no solo. Sabe-se, há muito tempo, que o N aumenta a absorção de P pelo abaixamento do pH provocado na superfície da raiz, conforme provaram Blair et al. (1971).

Os fatores relativos a doses de molibdênio foram ajustados a um modelo quadrático com valor máximo na dose de 90,1 g/ha de Mo (0,41 dag/kg) (Figura 6). Esses resultados estão coerentes aos relatados por Sanchez et al. (1988) e com os obtidos por Barros (1979), que apesar de não ter obtido diferenças significativas com a aplicação de molibdênio, observou uma porcentagem 5% superior à testemunha sem aplicação, que apresentou 0,40 dag/kg de P. A maior concentração de fósforo, na presença de molibdênio, deve-se provavelmente ao efeito sinérgico, que no caso do fósforo, o aumento no teor de $H_2PO_4^-$ leva à maior absorção e transporte das raízes para a parte aérea (MALAVOLTA, 1980).

O teor de potássio na parte comercial da alface teve influência significativa das doses de nitrogênio e de

molibdênio, assim como da interação entre esses fatores. Desdobrando-se essa interação de doses de molibdênio dentro de doses de nitrogênio estabeleceram-se modelos lineares negativos (Figura 7) para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio verificou-se redução no teor de potássio, na parte comercial da alface. Essa mesma tendência, apesar de não se obter resposta significativa, foi também observada para a dose de 140,4 g/ha de molibdênio. Na ausência da adubação com molibdênio, obteve-se resposta quadrática, em que a dose de 87,0 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciou maior teor de potássio (Figura 7).

Esse fato pode estar ligado, provavelmente, além do incremento das doses de nitrogênio à maior absorção de nitrogênio pela presença do molibdênio, que atuando em processos metabólicos da planta, promove maior absorção de nitrogênio, pela ação da enzima redutase do nitrato (HEWITT, 1963). Maior absorção de nitrogênio pela planta promove maior magnitude no antagonismo entre esses elementos, que de acordo com Silva Junior (1987) tem origem em adubações desequilibradas. Afirmção essa corroborada por Dibb & Thompson Junior (1985) e Resende et al. (1997), que afirmam que há 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.

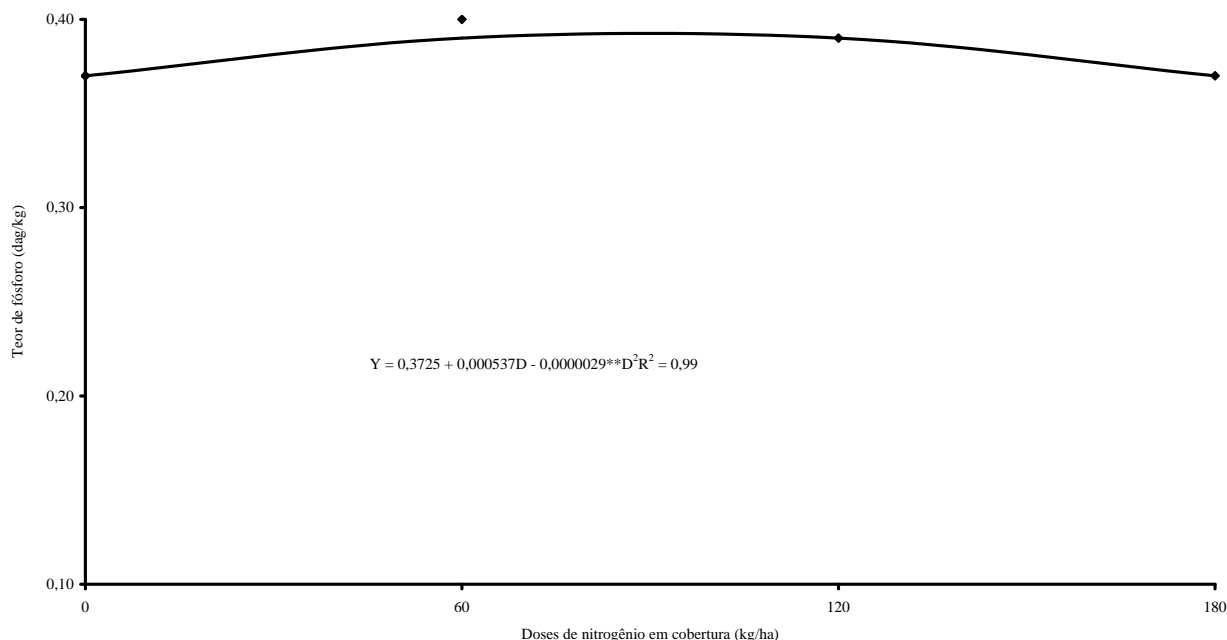


Figura 5 – Teor de fósforo na parte comercial da alface tipo americana, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

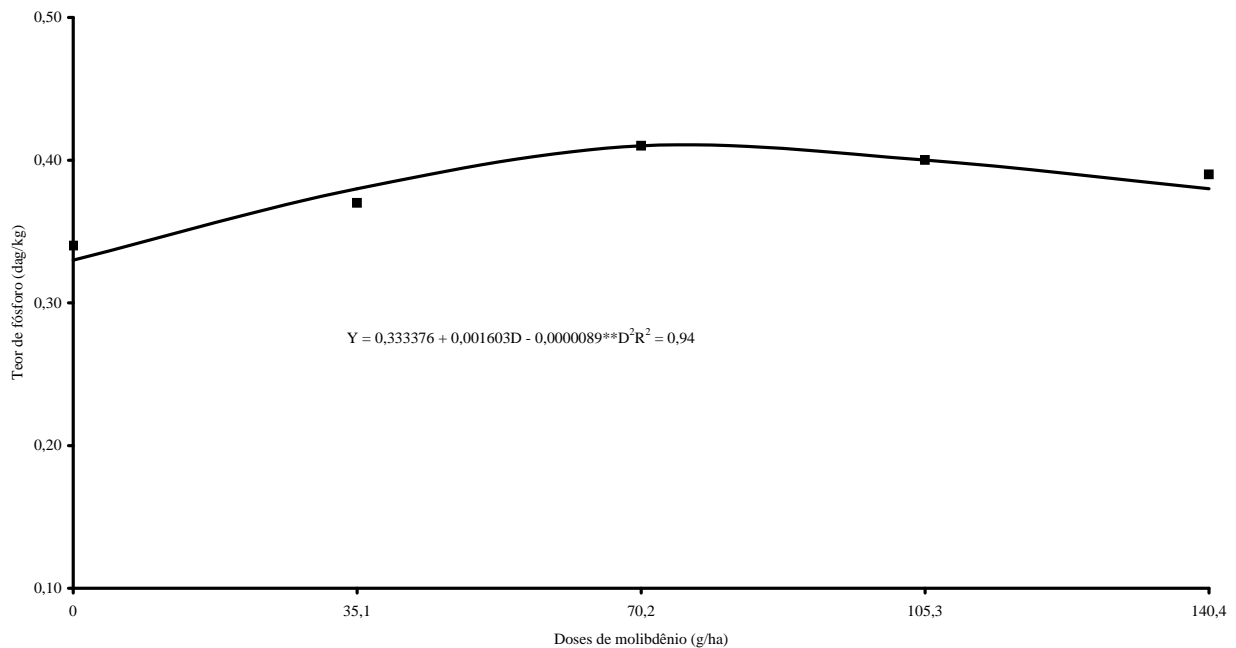


Figura 6 – Teor de fósforo na parte comercial da alface tipo americana, em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

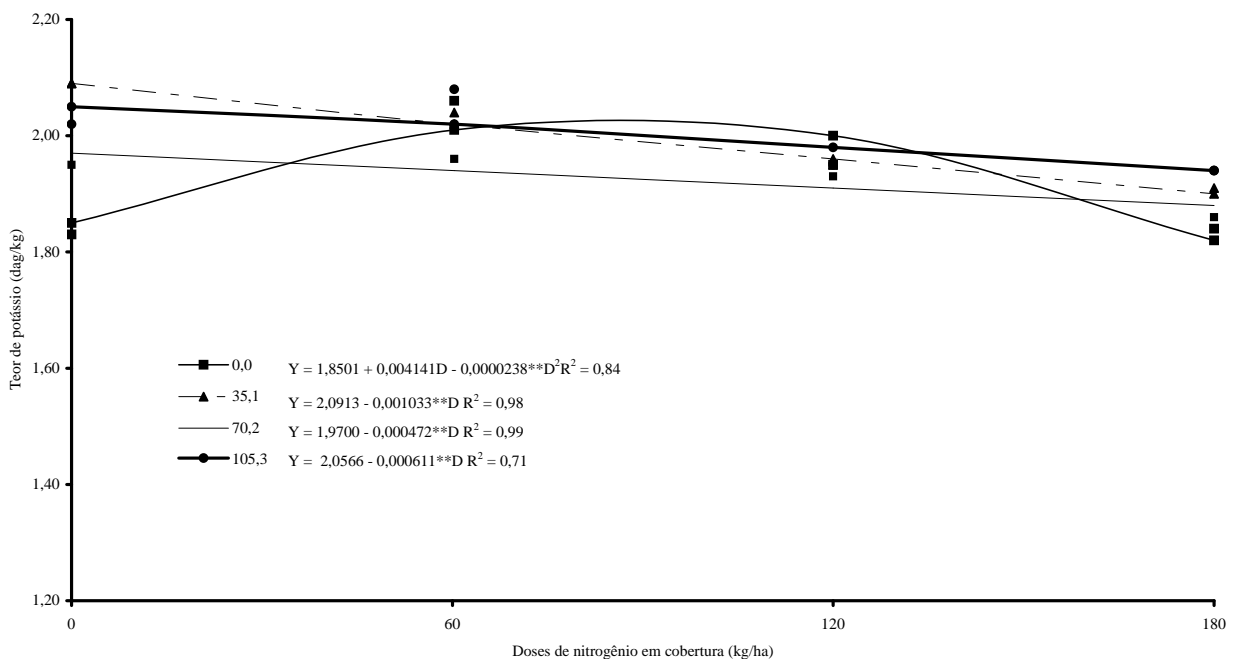


Figura 7 – Teor de potássio na parte comercial da alface tipo americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Para os teores de cálcio na parte comercial observou-se influência significativa das doses de nitrogênio e de

molibdênio, assim como de sua interação. Desdobrando-se essa interação de doses de molibdênio dentro de doses

de nitrogênio estabeleceram-se ajustes lineares positivos (Tabela 1) para todas as doses de molibdênio avaliadas, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio verificou-se aumento no teor de cálcio, na parte comercial da alface. Esses resultados estão coerentes aos obtidos por Regato et al. (1997) que verificaram aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio, em alface, assim como os obtidos por Nannetti (2001), e Olsen et al. (1993) em pimentão.

A análise da interação molibdênio x nitrogênio mostrou efeitos lineares positivos no teor de magnésio nas doses de 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (Tabela 1). Na ausência da adubação com molibdênio, como também para as doses de 35,1 e 140,4 g/ha de molibdênio, ajustaram-se modelos quadráticos. Na ausência da adubação e na dose de 140,4 g/ha de molibdênio estabeleceram-se modelos com ponto de máximo teor do nutriente, nas doses de 96,2 e 122,4 kg/ha de nitrogênio em cobertura. Para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio constatou-se um ponto de mínimo teor de magnésio, na dose de 66,2 kg/ha de nitrogênio (Tabela 1).

Ao avaliar diferentes doses de nitrogênio, Furtado (2001), encontrou tendência de maior teor de magnésio com aumento das doses de nitrogênio, apesar de não

encontrar diferenças significativas, relatando que esse teor na parte comercial é cerca de 50% nas folhas externas da cabeça da alface. Segundo (KOO & REESE, 1977; REESE & KOO, 1975) o nitrogênio e magnésio na folha relacionam-se positivamente, pois existe relação sinérgica entre eles (SMITH, 1966).

No que se refere ao teor de enxofre na parte comercial da alface, esse foi afetado significativamente pelo molibdênio, pelo nitrogênio e pela sua interação (Tabela 1). A análise da interação molibdênio x nitrogênio mostrou efeitos lineares positivos para as doses de 70,2 e 140,4 g/ha de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio.

Na ausência da adubação com molibdênio, como também para as doses de 35,1 e 105,3 g/ha de molibdênio ajustaram-se modelos quadráticos. Na ausência da adubação e na dose de 105,3 g/ha de molibdênio estabeleceram-se modelos com ponto de máximo teor do nutriente, nas doses de 90,4 e 98,3 kg/ha de nitrogênio em cobertura. Para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio constatou-se um ponto de mínimo teor de enxofre, na dose de 48,1 kg/ha de nitrogênio (Tabela 1). Esses resultados demonstram efeito positivo do molibdênio e nitrogênio na absorção de enxofre pelas plantas de alface, também relatado por Ruschel (1998). Maior absorção de enxofre

Tabela 1 – Equações de regressão para teor de cálcio, magnésio e enxofre de doses de molibdênio, em função das doses de nitrogênio em alface tipo americana. Três pontas - MG, UFLA, 2002.

Característica	Equações de regressão	
Cálcio	$Y(0,0) = 0,3500 + 0,000583^{**}D$	$R^2 = 0,96$
	$Y(35,1) = 0,3993 + 0,000461^{**}D$	$R^2 = 0,99$
	$Y(70,2) = 0,3926 + 0,000238^{**}D$	$R^2 = 0,95$
	$Y(105,3) = 0,3660 + 0,000433^{**}D$	$R^2 = 0,97$
	$Y(140,4) = 0,3893 + 0,000919^{**}D$	$R^2 = 0,97$
Magnésio	$Y(0,0) = 0,1768 + 0,000308D - 0,0000016^{**}D^2$	$R^2 = 0,96$
	$Y(35,1) = 0,1780 - 0,000172D + 0,0000013^{**}D^2$	$R^2 = 0,85$
	$Y(70,2) = 0,1733 + 0,000083^{**}D$	$R^2 = 0,88$
	$Y(105,3) = 0,1590 + 0,000150^{**}D$	$R^2 = 0,70$
	$Y(140,4) = 0,1745 + 0,000269D - 0,0000011^{*}D^2$	$R^2 = 0,83$
Enxofre	$Y(0,0) = 0,1755 + 0,000452D - 0,0000025^{*}D^2$	$R^2 = 0,78$
	$Y(35,1) = 0,1928 - 0,000202D + 0,0000021^{*}D^2$	$R^2 = 0,83$
	$Y(70,2) = 0,1923 + 0,000150^{**}D$	$R^2 = 0,99$
	$Y(105,3) = 0,1831 + 0,000413D - 0,0000021^{**}D^2$	$R^2 = 0,99$
	$Y(140,4) = 0,1820 + 0,000116^{*}D$	$R^2 = 0,82$

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

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

com a aplicação de nitrogênio e molibdênio pode ser explicada em parte pelo efeito sinérgico entre o N e o S relatado por Plessis & Agenbag (1994) e Sharma et al. (1994).

Sendo a produção da alface composta basicamente por folhas, entre todos os nutrientes absorvidos pela alface, o nitrogênio é o que promove maior desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente aumento na produtividade e no peso da planta, sendo que sua deficiência retarda o crescimento da planta e induz à ausência ou má formação da cabeça. Pelo fato de que a função mais importante do molibdênio nas plantas está relacionada com o metabolismo do nitrogênio (CHAIRIDCHAI, 2000) e essa função é ligada à ação ou ativação enzimática, principalmente das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato (MALAVOLTA, 1980). Infere-se, pelos resultados obtidos, ser o nitrogênio o principal elemento tanto pela maior como pela menor concentração dos diferentes nutrientes avaliados, e também pelas funções que desempenha na planta, sejam elas fisiológicas, estruturais ou de osmorregulação.

CONCLUSÕES

As doses de 89,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura e 94,2 g/ha de molibdênio proporcionaram a maior massa fresca comercial.

As aplicações de nitrogênio em cobertura no solo e de molibdênio foliar, isoladamente, proporcionaram maior teor de nitrogênio e fósforo na parte aérea.

A aplicação conjunta (interação) de nitrogênio em cobertura no solo e de molibdênio foliar aumentaram os teores cálcio, magnésio e enxofre e reduziram o teor de potássio na parte aérea de alface tipo americana, em condições de verão no Sul de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Teores e acúmulos de macronutrientes em alface americana, em função da aplicação de nitrogênio no solo e de cálcio via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1569-1575, dez. 2003. Edição especial.
- BARROS, I. B. I. **Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo, e da aplicação de molibdênio em alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1979. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.
- BLAIR, G. J.; MAMARIL, C. P.; MILLER, M. H. Influence of nitrogen source on phosphorus uptake by corn from soils differing in pH. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 2, p. 235-238, Mar./Apr. 1971.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF, 1992. 84 p.
- BROADLEY, M. R.; ESCOBAR-GUTIERREZ, A. J.; BURNS, A. J.; BURNS, I. G. What are the effects of nitrogen deficiency on growth components of lettuce? **New Phytologist**, New York, v. 3, n. 147, p. 519-526, Sept. 2000.
- CASTRO NETTO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 45-55, jan./jun. 1980.
- CHAIRIDCHAI, P. The relationships between nitrate and molybdenum contents in pineapple grown on an inceptisols soil. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 529, p. 211-216, May 2000.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.
- DIBB, D. W.; THOMPSON JUNIOR, W. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: Society of Agronomy, 1985. p. 515-533.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produtividade de Informações, 1999. 412 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows: versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FONTES, R. R.; LIMA, J. A.; TORRES, A. C.; CARRIJO, O. A. Efeito da aplicação de Mg, B, Zn e Mo na produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171-175, fev. 1982.
- FURTADO, S. C. **Nitrogênio e fósforo na produtividade e nutrição mineral de alface americana cultivada em sucessão ao feijão após o pousio da área**. 2001. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

- GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; DAMÁSIO NETO, V. 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**, Piracicaba, v. 39, n. 1, p. 349-362, jan./jun. 1982.
- GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. **Molybdenum in soils, plants, and animals**. Advances in Agronomy, New York, v. 34, p. 73-115, 1981.
- HEWITT, G. K. The essencial nutrient elements: requirements and interactions in plants. In: STWARD, F. C. (Ed.). **Plant physiology: a treatise**. New York: Academic, 1963. p. 137-360.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Organização do território: vilas e cidades**. Disponível em: <<http://www.Ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2005.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 1993. cap. 4, p. 141-148.
- KOO, R. C. J.; REESE, R. L. Influence of nitrogen, potassium, and irrigation on citrus fruit quality. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1977, Riverside. **Proceedings...** Riverside: International Society of Citriculture, 1977. p. 34-38.
- McPHARLIN, I. R.; AYLMORE, P. M.; JEFFERY, R. C. Nitrogen requeriments of lettuce under sprinkler irrigation and trickle fertigation on a spearwood sand. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 2, p. 219-241, 1995.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MOTA, J. H.; YURI, J. E.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; RESENDE, G. M. de; SOUZA, R. J. de. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 234-237, abr./jun. 2003.
- NANNETTI, D. C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. 2001. 184 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- OLSEN, J. K.; LYONS, P. J.; KELLY, M. M. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 1, p. 177-193, 1993.
- PIRES, A. A. **Parcelamento e época de aplicação de molibdênio na cultura do feijoeiro**. 2003. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- PLESSIS, J. P.; AGENBAG, G. A. Reaction of two wheat cultivars to nitrogen and sulphur fertilizer in the Swartland: I. vegetative growth, nitrogen and sulphur uptake and concentration in the plant. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v. 11, n. 4, p. 163-169, 1994.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- REESE, R. L.; KOO, R. C. J. Effects of N and K fertilization on leaf analysis, tree size and yield of three major Florida orange cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v. 100, n. 1, p. 195-198, 1975.
- REGATO, M.; VARENNE, A.; MANUEL NETO, M. Effects of nitrogen on yield, mineral composition and nitrate accumulation in three lettuce cultivars. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 20, n. 3, p. 14-21, July/Sept. 1997.
- RESENDE, G. M. de; SILVA, G. L. da; PAIVA, L. E.; DIAS, P. F.; CARVALHO, J. G. de. 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**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 477-483, out./dez. 1997.
- RICCI, M. dos S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1035-1039, ago. 1995.

- RUSCHEL, J. **Acúmulo de nitrato, absorção de nutrientes e produção de duas cultivares de alface cultivadas em hidroponia, em função das doses de nitrogênio e potássio.** 1998. 76 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1998.
- SANCHEZ, C. A.; BURDINE, V. L.; GUZMAN, V. L.; HALL, C. B. Yield, quality, and leaf nutrient composition of crisphead lettuce as affect by N, P, and K on histosols. **Proceedings Florida Horticultural Society**, Miami, v. 101, n. 1/3, p. 346-350, May 1988.
- SHARMA, A. K.; SHARMA, A. M.; SHARMA, Y. M. Effect of irrigation, nitrogen and sulphur application on seed yield, quality and sulphur uptake by Indian mustard (*Brassica juncea*). **Agriculture Science Digest**, New Delhi, v. 14, n. 1, p. 63-67, 1994.
- SMITH, P. F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N. F. (Ed.). **Nutrition of fruit crops: temperate to tropical fruit.** New Brunswick: Rutgers the State of University, 1966. p. 174-207.
- SILVA JÚNIOR, A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho: II. concentração de nutrientes na folha e precocidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 15-17, maio 1987.
- TEI, F.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M. Effect of nitrogen availability on growth and nitrogen uptake in lettuce. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 533, p. 385-392, June 2000.
- YURI, J. E. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura.** 2004. 139 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Comportamento de alface americana em função do uso de doses e épocas de aplicação de boro em cultivo de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 593-596, jul./set. 2004.
- ZITO, R. K.; FRONZA, V.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. Fontes de nutrientes, relações nitrato:amônio e molibdênio, em alface (*Lactuca sativa* L.) produzida em meio hidropônico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 419-430, jul./ago. 1994.