

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS,  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA E TEOR DE  
NUTRIENTES EM ALFACE AMERICANA  
(*Lactuca sativa* L.) SOB DOSES DE  
NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO, EM  
CULTIVO DE VERÃO E DE INVERNO**

**GERALDO MILANEZ DE RESENDE**

**2004**

GERALDO MILANEZ DE RESENDE

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE  
PÓS-COLHEITA E TEOR DE NUTRIENTES EM ALFACE  
AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) SOB DOSES DE NITROGÊNIO  
E MOLIBDÊNIO, EM CULTIVO DE VERÃO E DE INVERNO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL -

2007

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA

Resende, Geraldo Milanez de

Características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno / Geraldo Milanez de Resende. -- Lavras: UFLA, 2004.

134 p. : il.

Orientador: Marco Antonio Rezende Alvarenga.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Nitrogênio. 2. Molibdênio. 3. Qualidade pós-colheita. 4. Nutrientes.  
5. Alface. 6. *Lactuca sativa*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.642894

GERALDO MILANEZ DE RESENDE

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE  
PÓS-COLHEITA E TEOR DE NUTRIENTES EM ALFACE  
AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) SOB DOSES DE NITROGÊNIO  
E MOLIBDÊNIO EM CULTIVO DE VERÃO E DE INVERNO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

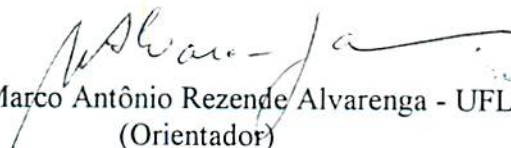
APROVADA em 3 de março de 2004

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho - UFLA

Prof. Dr. Rovilson José de Souza - UFLA

Pesq.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Miralda Bueno de Paula - EPAMIG

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva - UNIFENAS

  
Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

Ao meu pai, Geraldo Ribeiro de Rezende, e sobretudo, à minha mãe, Ana Milanez de Rezende (*in memoriam*) pelo amor, carinho, compreensão e incentivo.

## **Ofereço**

À minha esposa, Lídia, pelo amor, compreensão, incentivo e ajuda constante.

E ao nosso filho, Vinícius, pelo despertar de uma nova vida e esperança no futuro.

## **Dedico.**

## SUMÁRIO

Resumo .....	i
Abstract .....	ii

### CAPITULO 1

1 Introdução Geral .....	01
2 Referencial Teórico .....	04
2.1 Aspectos gerais .....	04
2.2 Exigência nutricional .....	05
2.2.1 Adubação nitrogenada .....	05
2.2.2 Adubação molibdica .....	09
2.3 Influência das condições ambientais .....	16
2.4 Qualidade pós-colheita .....	19
3 Referências Bibliográficas .....	21

### CAPÍTULO 2

Efeito de doses de nitrogênio e molibdênio nas características produtivas, Qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão.

Resumo .....	31
Abstract .....	32
1 Introdução .....	33
2 Material e Métodos .....	35
2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	35
2.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	35
2.3 Condução do experimento .....	37
2.4 Características avaliadas .....	38
2.4.1 Massa fresca total da parte aérea .....	38
2.4.2 Massa fresca comercial da parte aérea .....	38
2.4.3 Circunferência da parte comercial (cabeça) .....	39
2.4.4 Comprimento do caule da parte comercial .....	39
2.4.5 Ciclo vegetativo .....	39
2.4.6 Teor da matéria seca da parte comercial .....	39
2.4.7 Conservação pós-colheita da parte comercial .....	40
2.4.8 Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte comercial .....	40
2.5 Análise estatística .....	41
3 Resultados e Discussão .....	41

3.1 Massa fresca total e comercial .....	41
3.2 Circunferência da parte comercial (cabeça) .....	45
3.3 Comprimento do caule da parte comercial .....	48
3.4 Teor da matéria seca da parte comercial .....	49
3.5 Ciclo vegetativo .....	51
3.6 Conservação pós-colheita da parte comercial .....	52
3.7 Teor de macronutrientes na parte comercial .....	52
3.7.1 Nitrogênio .....	52
3.7.2 Fósforo .....	55
3.7.3 Potássio .....	57
3.7.4 Cálcio .....	59
3.7.5 Magnésio .....	61
3.7.6 Enxofre .....	64
3.8 Teor de micronutrientes na parte comercial .....	65
3.8.1 Boro .....	65
3.8.2 Cobre .....	68
3.8.3 Ferro .....	69
3.8.4 Manganês .....	70
3.8.5 Zinco .....	72
4 Conclusões .....	74
5 Referências Bibliográficas .....	75

### CAPÍTULO 3

Efeito de doses de nitrogênio e molibdênio nas características produtivas, Qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de inverno.

Resumo .....	82
Abstract .....	83
1 Introdução .....	84
2 Material e Métodos .....	86
2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	86
2.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	86
2.3 Condução do experimento .....	88
3 Resultados e Discussão .....	89
3.1 Massa fresca total da parte aérea .....	89
3.2 Massa fresca comercial da parte aérea .....	91
3.3 Circunferência da parte comercial (cabeça) .....	93
3.4 Comprimento do caule da parte comercial .....	96
3.5 Teor da matéria seca da parte comercial .....	96
3.6 Ciclo vegetativo .....	99
3.7 Conservação pós-colheita da parte comercial .....	100

3.8 Teor de macronutrientes na parte comercial .....	103
3.8.1 Nitrogênio .....	103
3.8.2 Fósforo .....	107
3.8.3 Potássio .....	108
3.8.4 Cálcio .....	110
3.8.5 Magnésio .....	113
3.8.6 Enxofre .....	115
3.9 Teor de micronutrientes na parte comercial .....	116
3.9.1 Boro .....	116
3.9.2 Cobre .....	118
3.9.3 Ferro .....	121
3.9.4 Manganês .....	122
3.9.5 Zinco .....	123
4 Conclusões .....	125
5 Referências Bibliográficas .....	126



## RESUMO

RESENDE, Geraldo Milanez de. Características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Conduziu-se este estudo com o objetivo de avaliar a influência de doses de nitrogênio e molibdênio nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes da alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão e de inverno. O trabalho foi conduzido no município de Três Pontas, sul de Minas Gerais, no período de setembro a dezembro de 2002 e abril a julho de 2003. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais à 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 massa fresca total e comercial, circunferência da cabeça e o teor de matéria seca evidenciaram efeitos significativos para doses de nitrogênio em cobertura adicionais e de molibdênio de forma independente, assim como para sua interação, oscilando de acordo com as épocas de cultivo. Não se observou efeito significativo dos tratamentos para comprimento do caule. Os tratamentos não afetaram a conservação pós-colheita em cultivo de verão. Houve uma resposta linear para doses de N e Mo para conservação pós-colheita aos 28 dias, e a dose de 150,0 kg/ha de N em cobertura adicional promoveu a melhor conservação aos 35 dias após a colheita em cultivo de inverno. A aplicação de nitrogênio em cobertura adicional e molibdênio influenciaram significativamente no aumento dos teores dos macronutrientes e micronutrientes, à exceção dos teores de potássio e cobre, que evidenciaram uma resposta negativa com o incremento das doses, variando com as épocas de cultivo.

---

\* Comitê Orientador: Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA (Orientador),  
Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

Segundo Conti (1994), o comprimento do dia não é problema para o cultivo de verão no Brasil, pois as cultivares européias importadas já estão adaptadas a dias mais longos do que os que ocorrem no País. A expansão da cultura está se transferindo para as áreas de latitudes menores; conseqüentemente, o fotoperíodo não é obstáculo. Entretanto, em condições de menores latitudes, verifica-se o aumento da temperatura. Nessas situações, há a necessidade de se escolher áreas de elevadas altitudes. A altitude do local é um fator que deve ser levado em consideração, pois influencia diretamente na temperatura. Portanto, regiões de menor altitude não são adequadas ao plantio de verão.

Por ser a produção composta basicamente por folhas o nitrogênio entre todos os nutrientes absorvidos pela alface é o que promove maior incremento na produtividade e no peso da planta. Nos sistemas biológicos, o molibdênio é constituinte de pelo menos cinco enzimas catalisadoras de reações. A função mais importante do molibdênio nas plantas está relacionada com o metabolismo do nitrogênio (Gupta & Lipsett, 1981).

Segundo Faquin (1997), a despeito do grande aumento no consumo de adubos foliares no País, não se encontram na literatura brasileira pesquisas conclusivas que dêem respaldo agrônômico e econômico, justificando o aumento do seu uso. A propaganda e a agressividade comercial fizeram com que essa prática se adiantasse à pesquisa. De acordo com Rosolem & Boaretto (1987), as recomendações de uso de adubação foliar são feitas de forma empírica, sem embasamento experimental, supondo, portanto, que não surtam os efeitos desejados ou esperados de aumento de produção. Nos últimos anos, a adubação foliar tem sido uma prática importante e, concomitantemente, tem despertado interesse devido à rapidez e à eficiência da absorção pelas folhas. Bons resultados surgem quando se faz a aplicação do nutriente necessário, no local

adequado, na época certa, na quantidade correta, guardando o tempo suficiente para a sua absorção e metabolização.

Nas últimas décadas, tem havido grande preocupação de modernização nos setores produtivos primários, a qual se expressa, principalmente, nas práticas de fertilização das culturas, visando a maior produtividade e à qualidade do produto. A aplicação de nitrogênio via solo, aliada à aplicação de molibdênio via foliar, pode ser uma prática que melhore a fertilização dessa cultura, com o uso mais racional do nitrogênio, pela maior atividade da enzima redutase do nitrato, pelo uso da adubação molibídica, necessitando-se, porém, definir doses destes nutrientes dentro do inverno, período de plena adaptação da cultura, e no verão, que é considerado a época crítica de produção. Nesse sentido, realizou-se este trabalho com o objetivo de gerar um maior número de informações com relação ao uso eficiente da adubação nitrogenada que, associada à molibídica, venha a alicerçar o plantio de lavouras comerciais, com maior incremento na produtividade, qualidade nutricional e pós-colheita da alface americana, em duas épocas de plantio.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais

A alface (*Lactuca sativa* L.), planta herbácea da família Asteraceae, é a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil e está entre as hortaliças mais cultivadas no mundo, sendo considerada a mais importante hortaliça folhosa (Fernandes & Martins, 1999). É consumida na dieta brasileira, principalmente na forma de saladas cruas, sendo considerada uma planta de propriedades tranqüilizantes, com alto teor de vitaminas A e B, além de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e outros minerais, encontrados em maiores teores nas cultivares com folhas de bordos lisos e sem formação de cabeça (Mallar, 1978 e Maroto, 1992). Destaca-se também seu teor em pró-vitamina A, que alcança 4000 UI por 100 g de matéria fresca nas alfaces de folhas verdes (cerca de quatro vezes ao encontrado no tomate). Contudo, esse teor é bem mais baixo nas folhas brancas, internas, das alfaces repolhudas (Sonnenberg, 1998). Por ser consumida crua, conserva melhor suas propriedades nutritivas, sendo de baixo valor energético (Hamasaki et al., 2000).

A alface tipo americana é caracteristicamente crespa, bem consistente, com nervuras destacadas, crocante, formando uma cabeça compacta. É altamente resistente ao transporte e adequada para integrar sanduiches, resistindo melhor ao contacto com ovo e bife quentes. A cultivar típica é a tradicional Great Lakes, da qual há várias seleções. Outras cultivares têm sido desenvolvidas, ou introduzidas: Tainá, Iara, Madona AG-605, Lucy Brown e Lorca (Filgueira, 2000). Está incluída no grupo "crisphead lettuce" ou "iceberg lettuce".

Mota (1999) cita que os plantios de alface americana no sul de Minas têm uma área cultivada anualmente de aproximadamente 1800 hectares, pelo

fato de as condições edafoclimáticas da região serem favoráveis ao desenvolvimento dessa cultura. Além disto, a facilidade de escoamento da produção pela situação geográfica privilegiada da região incentiva os investimentos para o cultivo dessa hortaliça (Alvarenga, 1999).

## 2.2. Exigência nutricional

### 2.2.1. Adubação nitrogenada

A fonte primária de nitrogênio para as plantas é o  $N_2$ , que constitui cerca de 78% da atmosfera terrestre. A redução do  $N_2$  atmosférico a formas disponíveis para as plantas ocorre, em condições naturais, pela ação de microrganismos fixadores e de descargas elétricas na atmosfera e, artificialmente, pela fixação química industrial (Muchovej & Rechcigl, 1994). As transformações de formas orgânicas e inorgânicas de nitrogênio no solo, por meio de amonificação, nitrificação, imobilização e desnitrificação, constituem o ciclo do nitrogênio no solo e, juntamente com a lixiviação e volatilização, estabelecem a disponibilidade do nutriente para as plantas.

O nitrogênio desempenha na planta funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação. Segundo Mengel & Klirkby (1987), Marschner (1995) e Hopkins (1995), o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas na forma iônica, como íons nitrato ( $NO_3^-$ ) e/ou amônio ( $NH_4^+$ ).

A conversão da uréia para  $NH_4^+$  e a subsequente oxidação para  $NO_3^-$  acontece em uma série de reações nas quais são envolvidas enzimas específicas, principalmente urease, e vários microrganismos do solo. A quantidade de uréia convertida para  $NH_4^+$  aumenta rapidamente com a elevação do pH de 4 a 5 e diminui na faixa de 6 a 7; em pH superior o  $NH_4^+$  é convertido a  $NH_3$  (gás) perdendo-se por volatilização. Logo após a hidrólise da uréia o pH pode

potássio (80 - 100 kg/ha), que podem ser aplicadas no sulco de plantio das mudas ou incorporadas ao leito do canteiro. Por ser essa uma hortaliça cujas folhas constituem a parte utilizável, a maior parte do N ser aplicada em cobertura, na dose de 70 - 90 kg/ha, parcelando-se em três aplicações quinzenalmente. As melhores fontes são os adubos que contêm N-nitrico. Pulverizações com uréia em solução a 0,6% (6 g por litro) também podem ser aplicadas (Filgueira, 2000). IAC (1998) e van Raij et al. (1997) recomendam 40 kg/ha de N, 200 - 400 kg/ha de  $P_2O_5$  e 50 a 150 kg/ha de  $K_2O$  no plantio, e em cobertura, 20 a 30 kg/ha de N, fazendo três aplicações decorridos, 10, 20 e 30 dias após o transplante. Comissão (1999) sugere 150 kg/ha de N, de 0 a 120 kg/ha de  $K_2O$  e de 50 a 400 kg/ha de  $P_2O_5$ , para uma produtividade de 21 t/ha, sendo o fósforo aplicado totalmente no plantio juntamente com 20% das doses de nitrogênio e potássio. O restante deve ser aplicado aos 15, 30 e 40 dias após o transplante em 20%, 30% e 30%, respectivamente, da dose recomendada.

Segundo Nicoulaud et al. (1990), as doses no solo de 80 a 160 kg/ha de N, 100 a 200 kg/ha de  $P_2O_5$  e 75 a 150 kg/ha de  $K_2O$  têm proporcionado elevada produtividade na cultura da alface. De acordo com a fertilidade do solo, Trani et al. (1997) sugerem a aplicação de 40 kg/ha de N; de 200 a 400 kg/ha de  $P_2O_5$  e de 50 a 150 kg/ha de  $K_2O$ , sendo relatado por Ferreira et al. (2001) incrementos na produtividade de alface até a dose de 200 kg/ha de nitrogênio.

O acúmulo de nitrato é resultado do excesso de absorção em relação à redução a amônio e sua assimilação. Com uma suplementação abundante, a absorção pela planta pode exceder sua redução e assimilação, levando ao seu acúmulo (Barker et al., 1971 citados por Pilau et al., 2000). A capacidade de acumulação do nitrato pelas plantas é de caráter genético; no entanto, pode ser influenciada por outros fatores, tais como: espécie, cultivar, órgão, estado nutricional da planta, intensidade luminosa, temperatura, disponibilidade do íon no substrato, umidade do solo e do ar, época do cultivo e hora de colheita

fato de as condições edafoclimáticas da região serem favoráveis ao desenvolvimento dessa cultura. Além disto, a facilidade de escoamento da produção pela situação geográfica privilegiada da região incentiva os investimentos para o cultivo dessa hortaliça (Alvarenga, 1999).

## 2.2. Exigência nutricional

### 2.2.1. Adubação nitrogenada

A fonte primária de nitrogênio para as plantas é o  $N_2$ , que constitui cerca de 78% da atmosfera terrestre. A redução do  $N_2$  atmosférico a formas disponíveis para as plantas ocorre, em condições naturais, pela ação de microrganismos fixadores e de descargas elétricas na atmosfera e, artificialmente, pela fixação química industrial (Muchovej & Rechcigl, 1994). As transformações de formas orgânicas e inorgânicas de nitrogênio no solo, por meio de amonificação, nitrificação, imobilização e desnitrificação, constituem o ciclo do nitrogênio no solo e, juntamente com a lixiviação e volatilização, estabelecem a disponibilidade do nutriente para as plantas.

O nitrogênio desempenha na planta funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação. Segundo Mengel & Klirkby (1987), Marschner (1995) e Hopkins (1995), o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas na forma iônica, como íons nitrato ( $NO_3^-$ ) e/ou amônio ( $NH_4^+$ ).

A conversão da uréia para  $NH_4^+$  e a subsequente oxidação para  $NO_3^-$  acontece em uma série de reações nas quais são envolvidas enzimas específicas, principalmente urease, e vários microorganismos do solo. A quantidade de uréia convertida para  $NH_4^+$  aumenta rapidamente com a elevação do pH de 4 a 5 e diminui na faixa de 6 a 7; em pH superior o  $NH_4^+$  é convertido a  $NH_3^+$  (gás) perdendo-se por volatilização. Logo após a hidrólise da uréia o pH pode

umentar até quatro unidades. No final da reação, entretanto, o pH diminui devido a nitrificação. O aumento inicial do pH depende do poder tampão do solo e da quantidade de uréia aplicada. A acidificação ocorre quando  $\text{NH}_4^+$  é oxidado a  $\text{NO}_3^-$  liberando íons  $\text{H}^+$  na solução do solo. Após a hidrólise da uréia pela enzima urease, produzindo  $\text{NH}_4^+$ -N, o seu efeito é semelhante aos de outros fertilizantes amoniacais. A uréia tem poder acidificante menor que o sulfato de amônio. O poder máximo de acidificação teórico da uréia e do sulfato de amônio é indicado pela quantidade equivalente da  $\text{CaCO}_3$  (68% de  $\text{CaCO}_3$  peso equivalente) necessária para neutralizar a acidificação proporcionada por um kilograma de nitrogênio (Pavan & Parra, 1995).

Após a absorção, o nitrato pode ser reduzido nas raízes ou translocado à parte aérea, onde atua como osmorregulador, mantendo o equilíbrio eletroquímico celular pelo acúmulo no vacúolo. O nitrato é reduzido a amônio pela atividade da nitrato redutase e nitrito redutase, em reações localizadas, respectivamente, no citoplasma e no cloroplasto (Redinbaugh & Ampbell, 1991). O amônio é incorporado em cetoácidos, formando aminoácidos, os quais seguem diferentes rotas metabólicas, como a síntese de proteínas, coenzimas e ácidos nucléicos, entre outras moléculas vitais (Marschner, 1995). O teor de nitrato nas plantas é determinado por vários fatores, com destaque para luminosidade, disponibilidade de nitrato e molibdênio, interação de nutrientes, tipos e fontes de adubos nitrogenados e inibidores de nitrificação (Scharpf, 1991). A maior parte do amônio é reduzida e incorporada em compostos orgânicos nas raízes. Por outro lado, o nitrato é móvel no xilema, podendo ser armazenado nos vacúolos das células das raízes e principalmente na parte aérea. O nitrato acumulado no vacúolo das células é importante no balanço de cátions e de ânions, na regulação osmótica e no equilíbrio eletroquímico celular (Marschner, 1995).



potássio (80 - 100 kg/ha), que podem ser aplicadas no sulco de plantio das mudas ou incorporadas ao leito do canteiro. Por ser essa uma hortaliça cujas folhas constituem a parte utilizável, a maior parte do N ser aplicada em cobertura, na dose de 70 - 90 kg/ha, parcelando-se em três aplicações quinzenalmente. As melhores fontes são os adubos que contêm N-nitrico. Pulverizações com uréia em solução a 0,6% (6 g por litro) também podem ser aplicadas (Filgueira, 2000). IAC (1998) e van Raij et al. (1997) recomendam 40 kg/ha de N, 200 - 400 kg/ha de  $P_2O_5$  e 50 a 150 kg/ha de  $K_2O$  no plantio, e em cobertura, 20 a 30 kg/ha de N, fazendo três aplicações decorridos, 10, 20 e 30 dias após o transplante. Comissão (1999) sugere 150 kg/ha de N, de 0 a 120 kg/ha de  $K_2O$  e de 50 a 400 kg/ha de  $P_2O_5$ , para uma produtividade de 21 t/ha, sendo o fósforo aplicado totalmente no plantio juntamente com 20% das doses de nitrogênio e potássio. O restante deve ser aplicado aos 15, 30 e 40 dias após o transplante em 20%, 30% e 30%, respectivamente, da dose recomendada.

Segundo Nicoulaud et al. (1990), as doses no solo de 80 a 160 kg/ha de N, 100 a 200 kg/ha de  $P_2O_5$  e 75 a 150 kg/ha de  $K_2O$  têm proporcionado elevada produtividade na cultura da alface. De acordo com a fertilidade do solo, Trani et al. (1997) sugerem a aplicação de 40 kg/ha de N; de 200 a 400 kg/ha de  $P_2O_5$  e de 50 a 150 kg/ha de  $K_2O$ , sendo relatado por Ferreira et al. (2001) incrementos na produtividade de alface até a dose de 200 kg/ha de nitrogênio.

O acúmulo de nitrato é resultado do excesso de absorção em relação à redução a amônio e sua assimilação. Com uma suplementação abundante, a absorção pela planta pode exceder sua redução e assimilação, levando ao seu acúmulo (Barker et al., 1971 citados por Pilau et al., 2000). A capacidade de acumulação do nitrato pelas plantas é de caráter genético; no entanto, pode ser influenciada por outros fatores, tais como: espécie, cultivar, órgão, estado nutricional da planta, intensidade luminosa, temperatura, disponibilidade do íon no substrato, umidade do solo e do ar, época do cultivo e hora de colheita

O crescimento da alface, e como conseqüência 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).

Um fato ainda pouco estudado no País, segundo Katayama (1993), é a existência de exigências nutricionais diferenciadas entre cultivares. Esse fato é muito importante para o melhor manejo da adubação da cultura. Esse autor comenta ainda que a literatura internacional aponta extrações de 106,4 kg/ha de N; 30,2 kg/ha de P e 233,0 kg/ha de K.

Pela produção ser composta basicamente por folhas o nitrogênio entre todos os nutrientes absorvidos pela alface é o que promove maior incremento na produtividade e no peso da planta. A totalidade ou quase totalidade desse elemento deve ser utilizada em coberturas nitrogenadas, considerando-se que cerca de 80% do total extraído é absorvido nas quatro últimas semanas do ciclo. A deficiência de nitrogênio retarda o crescimento da planta, induz a ausência ou má formação da cabeça, e as folhas mais velhas tornam-se totalmente amareladas, soltando-se com facilidade (Garcia et al., 1982). Experimentalmente, têm sido obtidas maiores respostas em produtividade às aplicações de N e P, havendo relatos de maior incremento também com a aplicação de potássio (Mota, 1999). O fornecimento de Ca também é importante, razão pela qual a aplicação de superfosfato simples, também ótima fonte de P, é boa opção. Em razão do ciclo curto e do sistema radicular superficial, os adubos minerais utilizados devem fornecer os nutrientes em forma prontamente assimilável.

Em solos de fertilidade mediana ou baixa, na falta de dados regionais, sugerem-se as doses de nitrogênio (30 kg/ha), fósforo (250 - 400 kg/ha) e

(Maynard & Barker, 1972; Maynard et al., 1976; Graifenberg et al., 1993; Faquin et al., 1994; Delistoianov, 1997; Bonnacarrère et al., 2000; Cavarianni et al., 2000). O alto teor de nitrato em produtos alimentares é considerado risco em potencial à saúde do consumidor e uma das alternativas, para se reduzir o teor de nitrato em alface é o uso de cultivares com menor potencial de acúmulo (Delistoianov, 1997). Em virtude dos efeitos perigosos à saúde que podem ocorrer quando vegetais ricos em nitrato são consumidos, foram estabelecidos limites para o teor desse elemento em vegetais. Os limites máximos permitidos pela comunidade europeia, para a alface produzida em casa-de-vegetação, são de 3.500 mg NO<sub>3</sub>/kg de massa fresca para o período de verão e 4.500 mg NO<sub>3</sub>/kg de massa fresca para o período de inverno (McCall & Willumsen, 1998).

### 2.2.2. Adubação molibdica

As formas de ocorrência do molibdênio no solo são a não-disponível, na qual o Mo é retido no interior da estrutura de minerais primários e secundários, e na forma disponível ou trocável aparece retida nas argilas, como MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, e cuja maior ou menor disponibilidade está em função do pH, do nível do fósforo assimilável, da matéria orgânica, e solúvel em água em teores extremamente baixos e disponíveis para as plantas (Davies, 1956).

Nos solos brasileiros, o teor total de molibdênio varia entre 0,06 e 6 mg/dm<sup>3</sup>, enquanto o disponível se encontra na faixa de 0,10 a 1,40 mg/dm<sup>3</sup> (Malavolta et al., 1991). Os níveis críticos de molibdênio no solo para a maioria das plantas situam-se, de acordo com Lopes & Carvalho (1988), entre 0,10 e 0,20 ppm e, segundo Oliveira & Thung (1988), abaixo de 0,15 ppm no solo.

O molibdênio é preferencialmente absorvido como molibdato (MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) e sua absorção é proporcional à sua concentração na solução do solo que, por sua vez, é afetada por diferentes fatores. Os fatores de maior relevância que afetam a

disponibilidade de molibdênio no solo são os teores de argila, óxidos de ferro e de alumínio, matéria orgânica, pH, potencial redox e interação com outros nutrientes (Santos, 1991). A absorção de Mo pode ser diretamente influenciada por inibição competitiva, no caso do enxofre, onde os nutrientes competem pelo mesmo sítio do carregador; inibição não competitiva, no caso do cobre em que o inibidor se combina com sítio não ativo do carregador ou mesmo sinergia, como no caso do fósforo, em que o aumento no teor de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  leva à maior absorção e transporte das raízes para a parte aérea (Malavolta, 1980; Santos, 1991). Apesar desse efeito sinérgico do fósforo, Santos (1991) adverte que a aplicação de superfosfato simples pode apresentar efeito antagônico ou de inibição competitiva devido à presença de enxofre.

A disponibilidade de molibdênio é bastante reduzida pela adsorção em solos com pH baixo. A adsorção geralmente é máxima a pH próximo de 4,0; reduz-se com a elevação do pH e torna-se mínima acima de pH 6,0 ou 6,5 (Siqueira & Veloso, 1978). Informa Malavolta (1980) que a disponibilidade do molibdênio aumenta com o pH, provavelmente porque o  $\text{MoO}_4^{2-}$  fixado é deslocado dos sítios de troca pela hidroxila, razão pela qual a calagem pode, muitas vezes, corrigir uma deficiência do nutriente.

Embora as deficiências de Mo sejam comuns em solos ácidos, quando o teor de matéria orgânica é alto, pode ocorrer elevada absorção pelas plantas, mesmo em solos com pH inferior a 5,0. Acredita-se que formas orgânicas protejam o molibdênio, evitando a formação de compostos insolúveis, que reduzem sua disponibilidade em condições ácidas (Horowitz, 1978).

As funções do molibdênio nos processos fisiológicos foram inicialmente estabelecidas por Bateis em 1930, ao demonstrar que esse elemento era indispensável para *Azotobacter* na fixação do nitrogênio atmosférico (Dechen et al., 1991a). Posteriormente, em 1939, Arnon e Stout demonstram a



essencialidade do micronutriente para as plantas superiores, empregando o tomate cultivado em solução nutritiva (Malavolta, 1980).

Nos sistemas biológicos o molibdênio é constituinte de pelo menos cinco enzimas catalisadoras de reações. Três dessas 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). Essa função está ligada à ação ou ativação enzimática, principalmente das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato (Malavolta, 1980; Dechen et al., 1991a).

A nitrogenase catalisa a redução do  $N_2$  atmosférico a  $NH_3$ , reação pela qual o *Rhizobium* dos nódulos radiculares supre de nitrogênio a planta hospedeira (Dechen et al., 1991a). A nitrogenase contém íons molibdênio e ferro, ambos necessários para a ativação da enzima (Adriano, 1986). O complexo enzimático da nitrogenase é constituído por dois componentes: o componente II, que possui duas subunidades, com quatro átomos de Fe, e o componente I, com subunidades, 24 átomos de Fe e um pequeno cofator com dois átomos de molibdênio (Malavolta, 1980).

A redutase do nitrato ou nitrato-redutase é uma flavoproteína que possui Mo como grupo prostético e cuja síntese é induzida pela presença de Mo e  $NO_3^-$  no meio (Malavolta, 1980). Essa enzima catalisa a redução biológica do  $NO_3^-$  a  $NO_2^-$ , que é o primeiro passo para a incorporação do nitrogênio como  $NH_2$  em proteínas pelas plantas (Dechen et al., 1991a, Marschner, 1995). Por outro lado, evita o acúmulo de  $NO_3^-$  em plantas alimentícias e forragens, impedindo a combinação do mesmo com a hemoglobina do sangue e a produção de meta-hemoglobina, que por não funcionar como transportadora de  $O_2$ , causa deficiência de oxigênio em pessoas e animais (Malavolta, 1980 e Oliveira, 1980). A deficiência de molibdênio em brássicas está associada a uma acumulação de nitratos nas folhas (Nogueira et al., 1983). O papel principal do

Mo na planta é a redução do nitrato mediante sua ligação com a enzima nitrato-redutase, atuando também no sistema enzimático da fixação simbiótica de N (Magalhães, 1988). Segundo Marschner (1995), em condições de deficiência de Mo, a atividade da redutase do nitrato é muito reduzida, provocando o acúmulo de nitrato nas planta. Na ausência de Mo, a adição de nitrato evidenciará ainda mais as deficiências de N, uma vez que a planta acumulará nitrato por ser incapaz de reduzi-lo a amônio (Vidor & Pires, 1988).

De acordo com Malavolta (1980), é possível que, além das duas funções mencionadas, o Mo tenha outras funções nos vegetais, já que em plantas deficientes aparecem menores teores de ácido ascórbico (vitamina C) e açúcares.

Segundo Dechen et al. (1991b), embora não existam evidências diretas, acredita-se que o molibdênio seja absorvido metabolicamente, sendo moderadamente móvel na planta; entretanto, a forma como ele se desloca não é conhecida. Apesar de já ter sido classificado como parcialmente imóvel quando aplicado às folhas (Malavolta, 1980), tem apresentado respostas e é recomendado em muitas culturas como citrus, couve-flor, repolho e leguminosas, que são consideradas como as mais exigentes (Dechen et al., 1991b).

Normalmente os sintomas de deficiência de molibdênio nas leguminosas são semelhantes aos da deficiência de nitrogênio, havendo grandes dificuldades em estabelecer-se diferenças e pode ocorrer acúmulo de nitrato nas folhas em níveis tóxicos (Oliveira, 1980 e Malavolta, 1980).

Em hortaliças, a deficiência de Mo pode ocorrer em condições de solos ácidos, o que torna o elemento não-disponível, ou em solos onde o Mo é fixado por minerais secundários. Os sintomas de deficiência de Mo, em geral, expressam-se como carência de N, mostrando clorose nas folhas mais velhas, com possíveis necroses marginais com a acumulação de nitrato, e podem aparecer nas folhas mais novas, com o progresso da deficiência. Podem

apresentar características diferentes com a espécie, mostrando uma desordem bem específica, na couve-flor, que é a redução do limbo foliar, podendo a folha ficar restrita apenas à nervura central. Sintomas de deficiência de Mo nas hortaliças ocorrem mais provavelmente quando a concentração do nutriente na folha cai abaixo de  $0,2 \text{ mg/dm}^3$  (Magalhães, 1988).

Em geral, a aplicação de molibdênio, seja como prevenção ou para reversão de sintomas de deficiência, vem sendo, ao longo do tempo, utilizada sob diferentes formas, seja via solo ou foliar, principalmente em leguminosas como o feijão e a soja. As aplicações foliares favorecem a rápida absorção de Mo pelas plantas, além de diminuir as perdas por fixação, quando adicionado ao solo. Em estudos mais recentes, verifica-se que a pulverização constitui a forma mais eficiente de suprir a demanda (Araújo, 2000; Pires, 2003). Na cultura do feijão, têm sido encontradas respostas positivas em produtividade com a aplicação de 20 a 90 g Mo/ha de forma foliar (Vicira et al. 1992; Andrade et al., 1993; Berger et al., 1993a; Amanc, 1994; Alvarenga, 1995; Rodrigues, 1995; Diniz, 1995; Berger et al., 1996; Lima et al., 1999; Pires, 2003), sendo a melhor época de aplicação aos 24 dias após a emergência (Berger et al., 1993b), e aos 15 a 20 dias em dose única ou parcelada, no verão-outono, e na faixa de 15 a 30 dias no período da primavera-verão (Pires, 2003).

Pessoa (1998) estudou os efeitos da adubação foliar com Mo na cultura do feijoeiro, em quatro doses (0, 40, 80 e 120 g/ha), na atividade das enzimas redutase do nitrato (ARN) e nitrogenase (ARA). A aplicação foliar de Mo, aos 25 dias após a emergência, aumentou substancialmente as atividades das enzimas até após o pleno florescimento, mantendo-se a atividade em patamar superior ao obtido nos tratamentos sem adubação com Mo. Isso pelo fato de a deficiência de Mo e, conseqüentemente, de N reduzir seu ciclo vegetativo e apresentarem senescência precoce dos nódulos. As maiores atividades da ARA e da ARN na fase de enchimento de grãos, nas plantas adubadas com Mo,

favoreceram a nutrição nitrogenada nessa fase de grande demanda de N. A adubação foliar com Mo aumentou os teores de N total e de N orgânico na parte aérea, o que ocasionou melhor desenvolvimento da cultura e maior produtividade, em comparação às plantas não-sujeitas a essa adubação, provavelmente, em consequência do efeito conjunto da melhor utilização do N mineral do solo pelo aumento da ARN e do incremento da FBN (fixação biológica do nitrogênio) pelo aumento e manutenção da ARA. A máxima eficiência foi obtida com 80,24 kg/ha de Mo, com produção estimada de 1.893 kg/ha de grãos, sendo 323% superior à testemunha, que produziu 448 kg/ha.

A quantidade de Mo exigida pelas hortaliças é muito pequena, quando apenas alguns décimos de ppm são encontrados no tecido vegetal. A prevenção da deficiência se faz com a correção dos solos ácidos, pela calagem, atingindo um pH de 5,5, pelo menos. Em solos com baixo teor total de Mo, pode ser recomendada a aplicação de molibdato de sódio de 1 a 2 kg/ha. O tratamento de semente com solução de molibdato pode ser uma alternativa eficiente. A correção da deficiência pode ser feita com pulverização foliar, utilizando-se molibdato de amônio a 0,03% (Magalhães, 1988). Já Rosolem (1984) recomenda para citrus, couve-flor e repolho molibdato de sódio ou amônio na concentração de 0,05% a 0,9%.

Em alface, os sintomas de deficiência de molibdênio começam a aparecer nas folhas amadurecidas que não se desenvolvem bem, permanecendo ovaladas e de cor verde-amarela pálida e mostrando textura semelhante à de papel. Em plantas bem nutridas com nitrato, os sintomas de deficiência de molibdênio assemelham-se aos de nitrogênio. Recomenda-se pulverizar as plantas na sementeira com solução de 0,05% de molibdato de amônio ou de sódio ou com o produto comercial Cofermol (Sonnenberg, 1998). Barros (1979) verificou que alfaces apresentavam cabeças abertas e crescimento retardado, em função da deficiência de molibdênio.



Respostas positivas à adubação com esse nutriente têm sido relatadas com várias culturas, em diferentes países (Gupta & Lipsett, 1981). Entre as oleráceas, couve-flor, brócolis, alface, beterraba, espinafre-europeu, nabo e tomateiro destacam-se como as culturas mais exigentes (Castellane et al., 1991). Devido às necessidades extremamente pequenas que as culturas apresentam, Murphy & Walsh (1972) e Gupta & Lipsett (1981) consideram que o fornecimento de molibdênio via semente é a modalidade mais utilizada para suprir as culturas. Segundo eles, assim se obtêm maior uniformidade e eficiência de adubação.

No Brasil, poucas são as pesquisas realizadas sobre os efeitos do fornecimento isolado de molibdênio nas produções em olericultura. Ao que parece, exceto para a espécie *Phaseolus vulgaris* L., que abrange o feijão-de-grão e o feijão-de-vagem, os trabalhos publicados envolvendo o uso de molibdênio via semente em espécies olerícolas são muito raros (Castellane et al., 1991), podendo ainda atualmente afirmar ser o número de pesquisas na área ainda insuficiente.

Em solo com acidez média, previamente calcariado, Fontes et al. (1982) constataram resposta da cultura de alface ao fornecimento de 780 g/ha de molibdênio via solo, na forma de molibdato de sódio, tendo ocorrido um aumento médio de 31% na produção comercial da cultura. Na cultura da couve-flor, em solo com pH (água) de 5,3, Novelino & Chaves (1987) verificaram tendência de aumento no acúmulo de matéria seca nas plantas, mediante a aplicação por via foliar de quantidades equivalentes a 24 e 48 g/ha de Mo. As pulverizações foram realizadas aos 20 e aos 40 dias após a emergência das plantas, fornecendo-se metade daquelas quantidades em cada uma delas.

### 2.3 Influência das condições ambientais

A alface é uma planta bastante influenciada por condições ambientais. Temperaturas acima de 20 °C estimulam o pendoamento, que é acelerado à medida que a temperatura aumenta. Dias longos, associados a temperaturas elevadas, aceleram o processo, que é também dependente da cultivar (Nagai, 1980; Ryder, 1986; Viggiano, 1990 e Whitaker & Ryder, 1974). A planta, nessas condições, emitirá o pendão floral precocemente, interrompendo a fase vegetativa, tornando o produto impróprio para consumo e comercialização. Isto se deve a uma transformação no sabor das folhas para um gosto amargo, em função do acúmulo rápido de látex (Cásseres, 1980).

Com base nos resultados de diversos autores, verifica-se que a alface se desenvolve bem em temperaturas que oscilam entre 15 e 20 °C (Lenano, 1973; Brunini et al., 1976 e Cásseres, 1980). De acordo com Thompson (1944), é hortaliças é uma das mais sensíveis às altas temperaturas, e isso, na maioria das vezes, é o fator limitante para o não-imbricamento das folhas.

Sanders (1999) informa que a alface americana é adaptada a condições de temperatura amena, tendo como ótima a faixa de 15,5 a 18,3 °C. Próximo de 21,1 a 26,6 °C, a planta floresce e produz sementes. A alface americana pode tolerar alguns dias com temperaturas de 26,6 a 29,4 °C, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas.

Segundo Jackson et al. (2004), a alface americana requer, como temperatura ideal para o desenvolvimento, 23 °C durante o dia e 7 °C à noite, e em regiões de cultivo na Califórnia, as temperaturas diurnas variam entre 17 e 28 °C e as noturnas entre 3 e 12 °C. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas, formar cabeças pouco compactas e também contribuir para a ocorrência de deficiência de cálcio, conhecido como "tip-burn". Baixas temperaturas, próximas do congelamento, em plantas jovens, não

provocam danos, porém o desenvolvimento é retardado. Essas condições podem prejudicar plantas no ponto de colheita, danificando as folhas externas.

Outro fator que pode afetar a planta é o fotoperíodo, pois a alface exige dias curtos durante a fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendoamento. Para Robinson et al. (1983), o pendoamento em alface é uma característica importante, já que influencia no desenvolvimento da cabeça.

Cultivando vários genótipos de alface, em diferentes condições fotoperiódicas, combinando com várias temperaturas, Waycott (1995) mostrou que a temperatura isoladamente não é suficiente para induzir o pendoamento, ao contrário do fotoperíodo. Concluiu também que existe uma série de respostas genéticas para vários comprimentos de dia entre genótipos de alface.

Segundo Conti (1994), o comprimento do dia não é problema para o cultivo de verão no Brasil, pois as cultivares européias importadas já estão adaptadas a dias mais longos do que os que ocorrem no País. A expansão da cultura está se transferindo para as áreas de latitudes menores; conseqüentemente, o fotoperíodo não é obstáculo. Entretanto, em condições de menores latitudes, verifica-se o aumento da temperatura. Nessas situações, há a necessidade de se escolher áreas de elevadas altitudes.

A altitude do local é um fator que deve ser levado em consideração, pois influencia diretamente na temperatura. Portanto, regiões de menor altitude não são adequadas ao plantio de verão. Nas regiões serranas do Rio de Janeiro e no cinturão-verde de São Paulo, em altitudes superiores a 800 m, planta-se ao longo do ano. Em localidades com altitude inferior a 400 m, quentes, com a utilização de cultivares adaptadas, pode-se plantar na maioria dos meses (Filgueira, 1982).

Trabalho conduzido em condições de inverno por Bueno (1998) apresentou para a cultivar Lorca, do grupo da alface americana, um peso total e comercial por planta de 801,2 e 461,2 gramas, respectivamente. Utilizando a mesma cultivar, Mota (1999) obteve peso total e comercial por planta de 1000,0

e 695,0 gramas, respectivamente. Mais recentemente, Alvarenga (1999) usando a cultivar Raider, verificou-se peso total e comercial por planta de 1011,0 e 676,8 gramas, respectivamente.

Avaliando o comportamento de cultivares de alface de diferentes grupos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, no verão, Leal et al. (1974) verificaram que a cultivar Mesa 659, do grupo da alface americana, foi a que apresentou melhor formação de cabeça em relação às demais cultivares estudadas, com 57,9% das plantas apresentando peso superior a 400,0 gramas. Em condições de verão, Mota et al. (2003) verificaram que o peso total por planta diferiu significativamente entre cultivares, com variações entre 589,4 a 725,5 g/planta. Verificou-se comparativamente a cultivar tradicionalmente plantada, "Raider", com 650,0 g/planta, resultados em termos de peso total similares. Esses resultados ainda foram bem superiores aos obtidos por Salatiel et al. (2001) que, com a cultivar Lorca, nas condições de Jaboticabal, SP, obtiveram 308,5 g/planta, resultados porém inferiores aos obtidos por Yuri (2000) que, com a cultivar Lucy Brown, obteve nas condições do município de Boa Esperança, MG, 972,5 g/planta. No caso da produtividade comercial, as cultivares Lucy Brown, PSR 5338, PSR 4303, PSR 0110, Empire 2000 e Secker não mostraram diferenças significativas da cultivar Raider (333,8 g/planta) com 266,6; 276,1; 293,8; 301,6; 304,4 e 333,8 g/planta, respectivamente, obtendo desempenhos superiores às demais, sendo entretanto, bem inferiores à produtividade relatada por Yuri (2000) para a cultivar Raider, nas condições de verão, no município de Boa Esperança, que foi de 517,3 g/planta. Salatiel et al. (2001) observaram ainda que as cultivares apresentaram maiores acúmulos de massa fresca e massa seca da parte aérea no cultivo de inverno (junho), seguido pelo da primavera (outubro). O outono (março) e verão (janeiro) foram os períodos em que a alface menos se desenvolveu, com forte redução na produtividade em relação aos outros períodos avaliados.

## 2.4 Qualidade pós-colheita

O comércio de hortaliças tem exigido, cada vez mais, produtos de qualidade. A obtenção e a preservação dessa qualidade dependem da adoção de tecnologias de pré e pós-colheita.

Frutos, hortaliças, raízes e tubérculos são considerados produtos perecíveis, por não se conservarem por longos espaços de tempo, sendo, em alguns casos, mantidos por apenas alguns dias ou semanas. Sua principal causa de perda é endógena, embora fatores externos também possam ser de importância. Condições agroclimáticas e outros fatores, como temperatura, umidade relativa, nível de danos por fungos e presença de outros microorganismos causadores de doenças, condições de armazenamento e cuidados durante o manuseio e transporte determinam o grau das perdas pós-colheita. O nível potencial de perdas ou o período de vida de prateleira de um determinado produto vegetal estão diretamente relacionados com as condições climáticas durante a produção e com as práticas culturais adotadas, entre elas o uso correto de fertilizantes (Chitarra & Chitarra, 1990). Já Nannetti (2001) verificou que as características físicas, como cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações são aspectos que devem ser observados para a comercialização dos produtos olerícolas.

O nível de aplicação de fertilizantes pode ser indiretamente relacionado com a qualidade pós-colheita. Solos bem balanceados nutricionalmente, principalmente com nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco, possibilitam uma maior qualidade e conservação pós-colheita. Doses elevadas de nitrogênio promovem maiores rendimentos de produção; entretanto, reduzem a vida pós-colheita das hortaliças (Chitarra & Chitarra, 1990). De acordo com Malavolta (1980), plantas com níveis adequados de potássio apresentam maior capacidade de armazenamento.

Segundo Chitarra (1998), o atributo de qualidade mais importante é a aparência do produto a ser comercializado, a qual determinará o valor de sua comercialização. A qualidade pós-colheita das oleráceas é avaliada, principalmente, pelos teores de sólidos solúveis, pela acidez total titulável e pelo pH (Chitarra, 1994).

Com o aumento das exigências em relação à qualidade por parte dos consumidores, o processo produtivo deve ter como objetivo final produzir hortaliças de qualidade, com elevado valor nutritivo e maior conservação pós-colheita. Dentro desse contexto, como parte do esforço, deve-se adequar os tratamentos culturais, entre os quais o manejo da adubação. Como o exemplo o que se propõe neste trabalho é relacionar a aplicação de doses de fertilizantes, nitrogênio e molibdênio, durante o ciclo da cultura da alface americana visando maior conservação pós-colheita. Esta característica é de grande importância em alface americana visto que o produto final é processado e armazenado em câmaras frigoríficas para posterior distribuição. Portanto, uma maior conservação do produto após sua colheita é desejável e de considerável relevância.

Na literatura há relatos de pequeno efeito na perda de peso pela adição de nitrogênio (Poulsen et al., 1994), assim como efeitos não significativos (Sanchez et al., 1988) e de melhor conservação pós-colheita com a utilização de adubação com outros nutrientes como silício e boro (Resende et al., 2003; Yuri et al., 2003a, b).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, D. C. Trace elements in the terrestrial environment. New York: Springer Verlag, 1986. 533 p.

ALVARENGA, M. A. R. Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALVARENGA, P. E. de. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molibdica e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. 1995. 67p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; ARAÚJO, G. A. de A. Resposta de cultivares de feijão às adubações nitrogenada e molibdica. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 234, p. 202-216, mar./abr. 1994.

ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. K. P.; ABREU, A. de F. B.; ALVARENGA, P. E. de. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura e da aplicação foliar de molibdênio na cultura do feijão na região de Lavras, MG. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. Resumos... Londrina: IAPAR, 1993. n. p. (Resumo 170).

ARAÚJO, P. R. de A. Combinações de doses de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). 2000. 55 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BARROS, I. B. I. Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo, e da aplicação de molibdênio em alface (*Lactuca sativa* L.). 1979. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. T. A. Adubação molibdica por via foliar na cultura do feijão: efeito de doses. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. Resumos....Londrina: IAPAR, 1993a. n. p. (Resumo, 159).

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. T. A. Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 7, p. 473-480, jul. 1996.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G. A. A. T. A.; MIRANDA, G. V. Adubação molibdica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de épocas de aplicação. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. Resumos... Londrina IAPAR, 1993b. n. p. (Resumo, 160).

BONNECARRÈRE, R. A. G.; SCHIMIDT, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Teores de nitrato em plantas hidropônicas de alface em função de cultivares e soluções nutritivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 286-287, julho 2000. Suplemento

BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDINI, J. B.; FORNASIER, J. B.; PEDRO Jr., M. J. Temperaturas básicas para alface, cultivar White Boston, em sistemas de unidades térmicas. *Bragantia*, Campinas, v. 19, n. 35, p. 213-219, 1976.

BUENO, C. R. Efeito da adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a cultura da alface tipo americana em ambiente protegido. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CÁSSERES, E. *Producción de hortalizas*. São José - Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. 387 p.

CASTELLANE, P. D.; SOUZA, A. F.; MESQUITA FILHO, M. D. de. Culturas olerícolas. In: FERREIRA, M E.; CRUZ, M. C. P da. (Ed.). *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 549-584.

CAVARIANNI, R. L.; CAZETTA, J. O.; MAY, A.; BARBOSA, J. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo de nitrato em cultivares de alface, cultivadas no inverno, em função do ambiente de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 322-323, jul. 2000. Suplemento.

CHAIRIDCHAI, P. The relationships between nitrate and molybdenum contents in pineapple grown on an inceptisol 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.

CONTI, J. H. Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão. 1994. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

DAVIES, E. B. Factors affecting molybdenum in soils. *Soil Science*, Baltimore, v. 81, n. 5, p. 209-221, May 1956.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. de C. Funções de micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991a. p. 65-78.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. de C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991b. p. 79-97.

DELISTOIANOV, F. Produção, teores de nitrato e capacidade de rebrota de cultivares de alface, sob estufa, em hidroponia e solo, no verão e outono. 1997. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DINIZ, A. C. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar. 1995. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 227 p

FAQUIN, V.; MARQUES, E. S.; SANTOS, H. S.; DUBOC, E. Crescimento e concentração de nitrato de alface, sob influência da relação NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub> e cloro na solução nutritiva e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. Anais... Petrolina: SBCS, 1994. p. 152-153.

FERNANDES, H. S.; MARTINS, S. R. Cultivo protegido em solo em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 56-63, 1999.

FERREIRA, V. P.; ROCIO, A. C.; ROSSONI, G.; NICOLAUD, B. A. L. Resposta de alface à fertilização nitrogenada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 253, jul. 2001. (Resumo 264).

FILGUEIRA, F. A. R. *Manual de Olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças*. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1982. v. 2, 357 p.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

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.

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; MINAMI, K.; SARRUGE, J. R. Nutrição mineral de hortaliças. XL. Concentração e acúmulo de micronutrientes em alface (*Lactuca saliva* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v. 39, p. 485-504, 1982.

GRAIFENBERG, A.; BARSANTI, L.; BOTRIN, L.; TEMPERINE, O. La problematica dei nitrati. *Informatore Agrario*, Roma, v. 6, p. 43-8, 1993.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, New York, v. 34, p. 73-115, 1981.

HAMASAKI, R. I.; BRAZ, L. T.; GRILLI, G. V. G. Produção e avaliação de mudas de alface no sistema flutuante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 577-579, jul. 2000. Suplemento.

HOPKINS, W. G. *Introduction to plant physiology*. New York: John Wiley, 1995. 464 p.

HOROWITZ, A. Os ions do molibdênio no solo-um exemplo da aplicação dos diagramas Eh-pH. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 2, n. 2, p. 98-103, maio/ago. 1978.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6. ed. Campinas: IAC, 1998. 396 p. (IAC. Boletim, 200).

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K.; CHANEY, W. Iceberg lettuce production in California. Disponível em: <<http://www.anrcatalog.ucdavis.edu>>. Acesso em: 23 fev. 2004.

KATAYAMA, N. Nutrição e adubação da alface, chicória e almeirão. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1993, Piracicaba. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 141-148.

LEAL, N. R.; LIBERAL, M. T.; COELHO, R. G. Comportamento de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Revista Ceres, Viçosa, v. 21, n. 118, p. 506-509, nov./dez. 1974.

LENANO, F. Como se cultivam las hortalizas do hojas. Barcelona: Editorial Vecchi, 1973. 228 p.

LIMA, S. F. de; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G. de. Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 2, p. 462-467, abr./jun. 1999.

LINDQUIVIST, K. On the origin of cultivated lettuce. Hereditas, Lund, n. 46, p. 319-350, 1960.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKER, C. M.; LATMANN, A. (Ed.). Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Londrina: EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/ SBCCS. 1988. p. 133-178.

MAGALHÃES, J. R. Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças. Brasília: EMBRAPA/ CNPH, 1988. 64 p. (EMBRAPA/CNPH. Documentos, 1)

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; BQARETTO, A. F.; PAULINO, V. T. Micronutrientes - uma visão geral. In: FERREIRA, M. E. ; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 1-33

MALLAR, A. La lechuga. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1978. 61 p.

MAROTO, J. V. **Horticultura herbácea especial**. 3. ed. Madrid: Mundi-prensa, 1992. 568 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V. Nitrate content of vegetable crops. **HortScience**, Alexandria, v. 7, n. 3, p. 224-226, Mar. 1972.

MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V.; MINOTTI, P. L.; PECK, N. H. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, New York, v. 28, p. 71-118, 1976.

McCALL, D.; WILLUMSEN, J. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil grown lettuce. **Journal of Horticultural Science e Biotechnology**, Kent, v. 73, n. 5, p. 698-703. Sept. 1998.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MOTA, J. H. **Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido**. 1999. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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. 2344-237, abr./jun. 2003.

MUCHOVEJ, R. M. C. , RECHCIGL, J. E. Impact of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil process and water quality**. Boca Raton: Florida: CRC Press, 1994. p. 91-135.

MURPHY, L. S.; WALSH, L. M. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p. 347-387.

- NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistente ao mosaico e ao calor. Brasil-303 e 311. *Revista de Olericultura*, Campinas, v. 18, n. 1, p. 14-21, 1980.
- NANNETTI, D. C. Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão. 2001. 184 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- NICOULAUD, B. A. L.; MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo "areia quartzosa hidromórfica". *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 6-9, nov. 1990.
- NOGUEIRA, F. D.; FAQUIN, V.; PAULA, M. B. de. Solos, calagem e adubação para brássicas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, n. 98, p. 21-29, fev. 1983.
- NOVELINO, J. O.; CHAVES, J. F. Aplicação de molibdênio e boro em couve-flor. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 68, maio 1987.
- OLIVEIRA, J. P. Efeitos de alumínio e de micronutrientes no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). 1980. 196 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- OLIVEIRA, J. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 175-212.
- PAVAN, M.A; PARRA, M.S. Instruções para um melhor uso da uréia como fertilizante. *Informe da pesquisa*, Londrina, v. 1, n. 116, p. 1-8, set. 1995. Folheto.
- PESSOA, A. C. dos S. Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo. 1998. 151 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PILAU, F. G.; SCHMIDT, D.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A. Teores de nitrato em cultivares de alface sob hidroponia, na primavera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 276-277, jul. 2000. Suplemento.

PIRES, A. A. Parcelamento e época de aplicação de molibdênio na cultura do feijoeiro. 2003. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

POULSEN, N.; SORENSEN, J. N.; JOHANSEN, A. S. Influence on growth conditions on the value of crisphead lettuce. 2. Weight losses during storage as affected by nitrogen, plant age and cooling system. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 46, n. 1, p. 13-18, July 1994.

REDINBAUGH, M. G.; CAMPBELL, W. H. Higher plant responses to environmental nitrate. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 82, n. 4, p. 640-650, Aug. 1991

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar com silício em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 374, jul. 2003. Suplemento 1.

RICCI, M. dos S. F. Crescimento e teores de nutrientes em cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adubados com vermicomposto. 1993. 101 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROBINSON, R. W.; McCREIGHT, J. D.; RYDER, J. E. The genes of lettuce and closely related species. In: JANICK, J. (Ed.). *Plant breeding reviews*. Westport: AVI, 1983. v. 1, 397 p.

RODRIGUES, J. R. de M. Resposta de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicadas via foliar. 1995. 47 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROSOLEM, C. A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1984, Brasília. *Anais...* Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 419-490.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. (Ed.). *Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Adubação foliar*. Botucatu: FEPAF/UNESP, 1987. 575 p.

RYDER, E. J. Lettuce breeding. In: BASSETT, M. J. (Ed.). *Breeding vegetables crops*. Westport: AVI, 1986. p. 433-474.

SALATIAL, L. T.; BRANCO, R. B. F.; MAY, A.; BARBOSA, J. C.; PAULA, C. M. de; CECILIO FILHO, A. B. Avaliação de cultivares de alface em diferentes épocas de plantio, cultivadas em casa de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, jul. 2001. CD-ROM. Suplemento.

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.

SANDERS, D. C. *Lettuce production*. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html>>. Acesso em: 11 out. 1999.

SANTOS, O. S. Molibdênio. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Eds.). *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba: POTAFQS/CNPq, 1991. p. 191-217.

SCHARPF, H. C. Nutrient influences on the nitrate content of vegetable. S. I.: The Fertiliser Society, 1991. 24 p. (Proceedings, 313).

SIQUEIRA, C.; VELOSO, A. C. Adsorção de molibdênio em solos sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 2, n. 1, p. 24-28, jan./abr. 1978.

SONNENBERG, P. E. *Olericultura Especial 1ª parte - Alface, Cenoura, Batata, Tomate, Cebola e Alho*. Goiânia: UFG, 1998. 184 p. (Apostila).

THOMPSON, H. C. *Lettuce varieties na culture*. Washington: USDA, 1944. 38 p. (Farmer's Bulletin, 1953).

TRANI, P. E. ; PASSOS, F. A. ; AZEVEDO FILHO, J. A. Recomendações de adubação e calagem para a cultura da alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula, agrião d'água. In: Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. p. 168-169.

Van RAIJ, B.; 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).

VIDOR, O.; PERES, J. R. R. Nutrição de plantas com molibdênio e cobalto. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA-CNPSO/ IAPAR/ISBCS, 1988. p. 179-203.

VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molibídica da cultura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto feijão - Relatório 88/92. Viçosa, 1992. p. 41-42.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P. D. (Org.). Produção de sementes de Hortaliças. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 1-15.

WAYCOTT, W. Photoperiodic response of genetically diverse lettuce accessions. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Mount, v. 120, n. 3, p. 460-467, May 1995.

WHITAKER, T. W.; RYDER, J. E. *Lettuce production in the United States.* , Washington: USDA, 1974. 43 p. (USDA. Washington Agriculture Handbook, 221)

YURI, J. E. Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do Sul de Minas Gerais. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar de boro para alface americana em cultivo de inverno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 2003a. (no prelo).

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Resposta da alface americana (*Lactuca sativa* L.) a doses e épocas de aplicação silicato de potássio em cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 372, jul. 2003b. Suplemento 1.



## CAPÍTULO 2

### EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE PÓS-COLHEITA E TEOR DE NUTRIENTES EM ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM CULTIVO DE VERÃO

#### RESUMO

Resende, Geraldo Milanez de. Efeito de doses de nitrogênio e molibdênio foliar nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.), em cultivo de verão. 2004. Cap. 2, 51 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Este trabalho foi conduzido no município de Três Pontas, sul de Minas Gerais, no período de outubro a dezembro de 2002, com o objetivo de avaliar a influência de doses de nitrogênio e molibdênio nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes da alface americana (*Lactuca sativa* L.). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4 x 5, compreendendo a quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais à 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 total foi obtida com a dose de 86,9 kg/ha de nitrogênio em cobertura e 87,4 g/ha de molibdênio. Com relação à massa fresca comercial, a dose de 89,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciou a maior resposta, sendo para molibdênio a máxima produtividade alcançada com a dose de 94,2 g/ha. As doses de 85,3 kg/ha de nitrogênio em cobertura e 72,9 g/ha de molibdênio proporcionaram a maior circunferência de cabeça comercial. Não se observou efeito significativo dos tratamentos para comprimento do caule e na conservação pós-colheita. A dose de 89,9 kg/ha de N em cobertura e a dose 77,2 g/ha de Mo propiciariam o maior retorno em termos de porcentagem de matéria seca. A aplicação de nitrogênio e molibdênio influenciaram positivamente no aumento dos teores dos macronutrientes e micronutrientes, à exceção dos teores de potássio e cobre, que evidenciaram, com o incremento das doses, redução nos seus teores.

---

\* Comitê Orientador: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Orientador),  
Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

## ABSTRACT

RESENDE, Geraldo Milanez de. **Effects of nitrogen and molybdenum foliar rates in productive characteristics, postharvest quality and nutrient uptake in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) in summer cultivation.** 2004. Chap. 3, 51 p. Thesis (Doctorate in Plant Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

The trial was carried out at Três Pontas, State of Minas Gerais, Brazil, from September to December 2003, with the objective of evaluating the influence of nitrogen and molybdenum rates on productive characteristics, postharvest quality and nutrient 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) applied in addition of 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). The largest total fresh mass was obtained with the dose of 86.9 kg/ha of nitrogen and 87.4 g/ha of molybdenum. The dose of 89.1 kg/ha of nitrogen showed the best response for commercial fresh mass, and the maximum productivity was reached with of 94.2 g of Mo/ha. The doses of 85.3 kg/ha of nitrogen and 72.9g/ha of molybdenum showed the highest commercial head circumference. No significant effects of the treatments for stem length and postharvest conservation were observed. The percentage of dry matter matter showed quadratic effects, and the doses of 89.9 kg/ha of N and 77.2 g/ha of Mo showed the highest profit. The application of nitrogen and molybdenum influenced positively the increase of the macro and micronutrient uptake, except for the potassium absorption that evidenced a negative response with the increment of the rates.

---

\* Guidance Committee: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Major Professor), Janice G. de Carvalho - UFLA.



## 1 INTRODUÇÃO

A larga adaptação às condições climáticas diversas, a possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano e a comercialização segura fazem desta cultura a preferida pelos olericultores (Ricci, 1993), que a cultivam em condições de campo a céu aberto, em cultivo protegido (casa de vegetação) ou em hidroponia (solução nutritiva).

Sanders (1999) afirmou que a alface americana é adaptada a condições de temperatura amena, tendo como ótima a faixa de 15,5 a 18,3 °C. Próximo de 21,1 a 26,6 °C, a planta floresce e produz sementes. A alface americana pode tolerar alguns dias com temperaturas de 26,6 a 29,4 °C, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas.

Segundo Jackson et al. (2004), a cultura requer, como temperatura ideal para o desenvolvimento, 23 °C durante o dia e 7 °C à noite. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas, formar cabeças pouco compactas, e também contribuir para ocorrer deficiência de cálcio, conhecido como "tip-burn". Baixas temperaturas, próximas do congelamento, em plantas jovens, não provocam danos; porém, o desenvolvimento é retardado. Essas condições podem prejudicar plantas no ponto de colheita, danificando as folhas externas.

Outro fator que pode afetar a planta é o fotoperíodo, pois a alface exige dias curtos durante a fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendoamento. Para Robinson et al. (1983), o pendoamento em alface é uma característica importante, pois influenciam no desenvolvimento da cabeça.

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. Entretanto, quando aplicado em demasia, em adubação de cobertura, no último terço do ciclo, as cultivares que formam cabeça apresentam menor firmeza, o que poderá ser prejudicial à comercialização (Garcia et al., 1982).

Nos sistemas biológicos, o molibdênio é constituinte de pelo menos cinco enzimas catalisadoras de reações. Três dessas 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.

A aplicação de nitrogênio via solo, aliada à aplicação de molibdênio via foliar, pode ser uma prática que venha melhorar a conservação pós-colheita e a fertilização dessa cultura, com o uso mais racional do nitrogênio, e por uma maior atividade da enzima redutase do nitrato, com o uso da adubação molíbdica. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de doses de nitrogênio em cobertura adicionais às aplicações do produtor e de molibdênio via foliar nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes no comportamento da alface americana em cultivo de verão.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e caracterização da área experimental

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, 2003), em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Embrapa, 1999). O clima da região é caracterizado por temperatura média anual que varia 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% (Castro Netto, 1980; Brasil, 1992).

O solo apresentava, inicialmente, as características descritas na Tabela 1 e havia sido ocupado anteriormente com a cultura da alface tipo americana, em cultivos sucessivos de produção comercial.

### 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais à dose total aplicada pelo produtor de 60 kg/ha de nitrogênio em seu sistema de plantio (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, 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 com pulverizador costal manual capacidade de 4 litros em máxima pressão, gastando-se 300 litros de calda/ha.

TABELA 1. Análises químicas e físicas do solo da área experimental. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Características <sup>1</sup>	Interpretação
pH em água	6,0
Fósforo - Mehlich I (mg dm <sup>-3</sup> )	78,0
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	70,0
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,1
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,8
Enxofre (mg dm <sup>-3</sup> )	13,8
Zinco (mg dm <sup>-3</sup> )	0,8
Boro (mg dm <sup>-3</sup> )	0,3
Cobre (mg dm <sup>-3</sup> )	1,0
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	25,0
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	14,2
Alumínio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,3
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,0
T-CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,4
T-CTC a pH7 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,8
V (%) - Saturação por Bases	73,8
Matéria Orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,4
Areia (dag kg <sup>-1</sup> )	14
Limo (dag kg <sup>-1</sup> )	34
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	52

<sup>1</sup>EMBRAPA (1979) - Análises realizadas no DCS/UFLA.

### 2.3 Condução do experimento

O experimento foi conduzido no município de Três Pontas, sul de Minas Gerais, na Fazenda Carapuça II, de propriedade do produtor José Cláudio Nogueira.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros a 0,20 m de altura. As mudas foram produzidas em ambiente protegidos em bandejas multicelulares de 288 células cada uma, preenchidas com substrato artificial (Plantimax), sendo o transplante feito aos 25 dias após o semeio, utilizando-se a cultivar Raider, que apresenta um ciclo de 48 a 50 dias após o transplante, com peso médio de planta entre 700 a 1200 g, folhas de coloração verde-clara mais duras e boa tolerância ao pendoamento (Yuri, 2000).

As parcelas experimentais 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 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 30 kg/ha de N, 600 kg/ha de  $P_2 O_5$  e 120 kg/ha de  $K_2 O$  tendo como fontes o adubo formulado 02-14-08 e superfosfato simples. Após os adubos serem incorporados ao solo, instalaram-se em cada canteiro duas linhas de tubo gotejador, com emissores espaçados a cada 30 cm e com vazão de  $1,5 \text{ l.h}^{-1}$ . As adubações de cobertura realizadas pelo produtor em fertirrigações diárias até a colheita foram de 30 kg/ha de N e 60 kg/ha de  $K_2 O$ , utilizando como fontes uréia e cloreto de

potássio, portanto, dentro do nutriente em estudo (nitrogênio) o produtor totalizou em seu sistema de plantio 60 kg/ha de nitrogênio para condução da cultura.

A cultura foi mantida no limpo mediante capinas manuais, quando necessárias, e o controle fitossanitário adotado foi o método padrão utilizado pelo produtor, com pulverizações semanais com produtos à base de oxiclureto 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.

## **2.4 Características avaliadas**

### **2.4.1 Massa fresca total da parte aérea**

A massa fresca total da parte aérea foi analisada quando as plantas apresentaram o máximo crescimento vegetativo, apresentando cabeças bem compactas e grandes. O procedimento utilizado para a realização da colheita consistiu em cortar a planta logo abaixo das folhas basais, bem rente ao solo. As plantas da área útil foram colhidas e pesadas em balança com sensibilidade de cinco gramas, tendo seu peso expresso em gramas por planta.

### **2.4.2 Massa fresca da parte comercial**

Para calcular a massa fresca da parte comercial (cabeça), as plantas após colhidas, tiveram as folhas externas retiradas, preservando a cabeça, sendo pesadas e o peso expresso em gramas por planta.



### 2.4.3 Circunferência da parte comercial (cabeça)

Após a pesagem da parte comercial (cabeça), com o auxílio de uma fita métrica, procedeu-se à medida da circunferência, em cm.

### 2.4.4 Comprimento de caule da parte comercial

Para realizar a medição do comprimento de caule, após a verificação da circunferência da cabeça, foram retiradas as folhas, permanecendo apenas o caule. Esse foi cortado transversalmente e medido com o auxílio de uma régua, sendo o resultado registrado em cm.

### 2.4.5. Ciclo vegetativo

A contagem do número de dias da semeadura até a colheita correspondeu à duração do ciclo vegetativo, sendo expresso em dias.

### 2.4.6. Teor de matéria seca da parte comercial

Essa característica foi avaliada em uma amostra, de acordo com a seguinte expressão:  $TMSC = 100 \times PMSPC/PMFPC$ , sendo:

TMSC = porcentagem de matéria seca na parte comercial

PMSPC = peso da matéria seca da parte comercial

PMFPC = peso da matéria fresca da parte comercial

Para o peso da matéria seca da parte comercial, as amostras ( $\pm 300$  g) foram lavadas em água corrente e destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 65-70 °C, até peso constante. Os dados de porcentagem foram previamente transformados em arco-seno  $\sqrt{P/100}$ .

#### 2.4.7. Conservação pós-colheita da parte comercial

A conservação pós-colheita foi feita com a amostra de duas cabeças comerciais de alface, avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias, em câmara frigorífica a  $5 \pm 2$  °C e umidade relativa em torno de 90%, por meio de notas (nota 1: cabeças comerciais extremamente deterioradas; nota 2: cabeças comerciais deterioradas; nota 3: cabeças comerciais moderadamente deterioradas; nota 4: cabeças comerciais levemente deterioradas e nota 5: cabeças comerciais sem deterioração), sendo utilizados três avaliadores e retirada a média das notas obtidas.

#### 2.4.8 Teor de macro e micronutrientes na parte comercial

Por ocasião da colheita, retiraram-se amostras em corte vertical em uma cabeça comercial, retirando-se folhas da parte externa como as plantas úteis da parcela, obtendo-se uma amostra ( $\pm 300$ g) por tratamento, as quais 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 pelo 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, por colorimetria; para o potássio, fotometria de chama; para o enxofre, turbidimetria e para os demais micronutrientes, por espectrometria de absorção atômica, de acordo com Malavolta et al. (1997).

O boro foi determinado pelo método colorimétrico da curcumina com digestão por via seca. O zinco, manganês e cobre foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica no extrato nitroperclórico, conforme descrito por Malavolta et al. (1997).

## 2.5 Análise estatística

Segundo a metodologia descrita por Pimentel Gomes (2000), os dados coletados foram submetidos à análise de variância e regressão, com base no modelo polinomial ao nível de 5% de probabilidade.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Massa fresca total e comercial da parte aérea

Pelos resultados evidenciaram-se efeitos significativos independentes para doses de nitrogênio e de molibdênio para massa fresca total e comercial da parte aérea (Tabela 2). Com relação à massa fresca total, os dados relativos a doses de nitrogênio foram ajustados a um modelo quadrático, no qual a dose de 86,9 kg/ha de nitrogênio em cobertura adicional propiciou o maior rendimento (Figura 1). Levando-se em consideração que o produtor utilizou 60,0 kg/ha de N, respectivamente, no plantio e em coberturas diárias, durante o ciclo da cultura, pode-se inferir ser essa dose, em função dos resultados obtidos, insuficiente para se alcançar a máxima produtividade de massa fresca total por planta, que foi alcançada na sua totalidade com 146,9 kg/ha de nitrogênio, ou seja, 144,8% superior à dose utilizada pelo produtor. Esses resultados são corroborados por Furtado (2001) que em plantio de agosto, não encontrou diferenças significativas entre tratamentos, avaliando doses acima de 148,0

kg/ha de nitrogênio, assim como estão próximos aos encontrados por Thompson & Doerge (1996a), que encontraram para alface lisa a máxima produtividade, quando utilizaram 165,0 kg/ha de nitrogênio.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para massa fresca total (MFT) e comercial (MFC) da parte aérea em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		MFT	MFC
Blocos	2	3211,62	3,39
Nitrogênio (N)	3	5701,63 **	5822,14 **
Linear	1	185,49 ns	2,35 ns
Quadrática	1	13798,63 **	13201,67 **
da regressão	1	3121,47 ns	4262,35 *
(Mo)	4	8751,14 **	3820,09 **
Linear	1	13352,07*	8172,45 **
Quadrática	1	19539,39 **	6109,34 **
Desvio da regressão	2	1056,92 ns	499,26 ns
Interação N x Mo	12	2826,68 ns	683,62 ns
Resíduo	38	1890,14	798,36
C.V. (%)		5,84	6,55

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Comparando os dados obtidos no presente experimento com trabalhos realizados por McPharlin et al. (1995) na Austrália, utilizando 0,0 a 550,0 kg/ha de N, verifica-se que a dose máxima obtida foi inferior à dose de 288,0 e 344,0 kg/ha de N encontrada por esses autores, em dois anos de estudo. Deve-se

salientar ainda que o médio teor de matéria orgânica do solo de 2,4 dag/kg (Tabela 1) do solo utilizado no presente experimento, provavelmente, contribuiu para uma menor resposta à adubação nitrogenada. Uma vez que, segundo Thompson & Doerge (1996b), nos Estados Unidos, os agricultores utilizam doses que variam de 224,0 a 370,0 kg/ha.

Sendo a produtividade composta basicamente por folhas, entre todos os nutrientes absorvidos pela alface, o nitrogênio é o que promove maior incremento na produtividade e no peso da planta. A totalidade ou quase totalidade desse nutriente, deve ser utilizada em coberturas nitrogenadas (Garcia et al., 1982). Isso significa inferir que embora esse nutriente seja facilmente lixiviável, a alface pode ser responsiva a maiores doses de N.

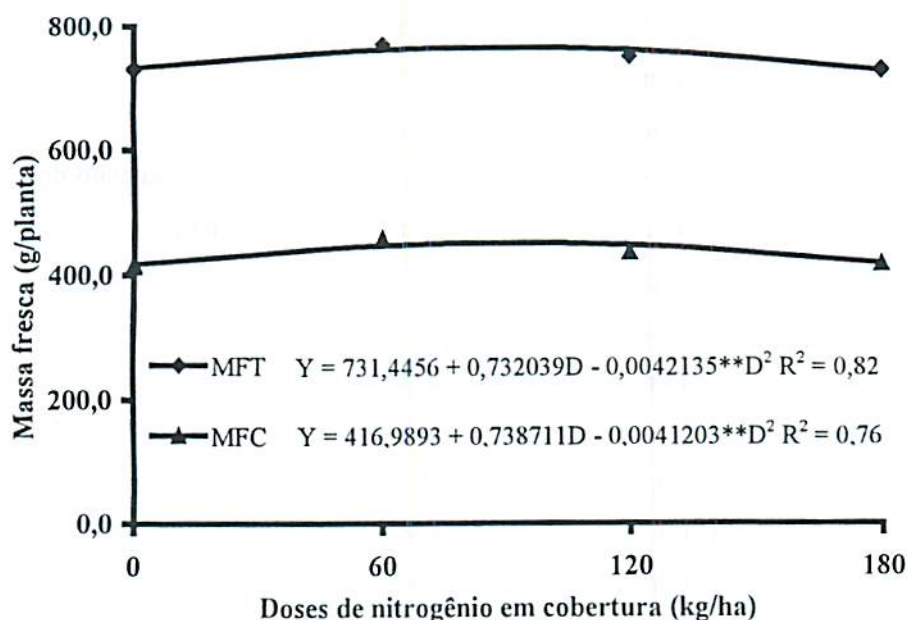


FIGURA 1. Massa fresca total (MFT) e comercial (MFC) de alface americana em função de doses de nitrogênio em cobertura. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Quanto à aplicação de molibdênio, também ajustou-se um modelo quadrático (Tabela 2), no qual a dose de 87,4 g/ha de molibdênio promoveu o maior ganho em termos de rendimento de massa fresca total (Figura 2). Também em plantio de verão, Yuri et al. (2002a) constataram efeito quadrático em que a dose de 91,6 g/ha de molibdênio proporcionou a maior produtividade total por planta, 17,7% superior à testemunha sem aplicação.

Com relação à massa fresca comercial, os dados relativos a doses de nitrogênio foram ajustados 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 em seu sistema de plantio um total 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), assim como para massa fresca total, não encontrou para massa fresca comercial diferenças significativas, avaliando doses acima 148,0 kg/ha de nitrogênio. Esses resultados são pouco inferiores à máxima produtividade de alface 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 kg/ha de N, encontrados por Tei et al. (2000), para alface tipo lisa e "Butterhead". Broadley et al. (2000) relata uma relação negativa entre plantas em condições normais de nitrogênio disponível e plantas deficientes, ocorrendo uma redução no peso de folha, em condições de limitação do nutriente.

Pela Figura 2 observa-se para doses de molibdênio um efeito quadrático com ponto de máxima produtividade de massa fresca comercial na dose de 94,2 g/ha. Com o incremento das doses de molibdênio em função das épocas de aplicação, Yuri et al. (2002a) verificaram efeitos quadráticos para 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.

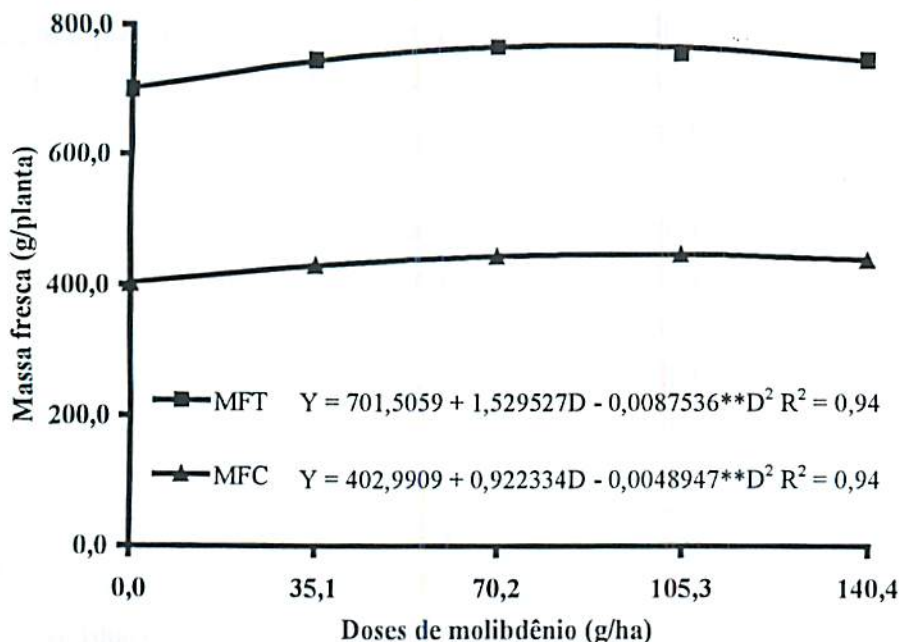


FIGURA 2. Massa fresca total (MFT) e comercial (MFC) de alface americana em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.2 Circunferência da parte comercial (cabeça)

A circunferência da parte comercial (cabeça) é uma das principais características em importância para a cultura da alface americana, quando se refere à preferência do consumidor para a aquisição do produto (Bueno, 1998).

Assim como as características anteriores para a circunferência da cabeça comercial, os fatores estudados apresentaram efeitos independentes (Tabela 3). Ajustou-se um modelo quadrático com ponto de máxima circunferência para a

dose de 85,3 kg/ha de nitrogênio em cobertura (Figura 3), que proporcionou uma circunferência de 37,5 cm, pouco inferior à variação encontrada por Yuri (2000) sob condições de verão, para diferentes cultivares, entre 40,1 a 42,9 cm. Resultados esses similares aos relatados por Kalil (1992), Alves (1996) e Bueno (1998), que observaram significativo incremento da circunferência da cabeça comercial com o aumento das doses de nitrogênio.

TABELA 3. Resumo da análise de variância para circunferência da parte comercial (CPC), comprimento do caule (CMC) e matéria seca da parte comercial (MSC) em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes De variação	GL	Quadrados médios		
		CPC	CMC	MSC
Blocos	2	3,6422	0,1127	0,1107
Nitrogênio (N)	3	4,8691**	0,3014 ns	0,6059 *
Linear	1	0,4256 ns	-	0,0001 ns
Quadrática	1	13,9201 **	-	1,4569 **
Desvio da regressão	1	0,2640 ns	-	0,3607 ns
Molibdênio (Mo)	4	3,4658 **	0,3423 ns	0,7839 **
Linear	1	0,2253 ns	-	0,2148 ns
Quadrática	1	13,3735 **	-	1,9296 **
Desvio da regressão	2	0,1333 ns	-	0,4956 *
Interação N x Mo	12	1,2119 ns	0,1534 ns	0,0668 ns
Resíduo	38	0,8799	0,3442	0,1424
C.V. (%)		2,54	8,10	3,62

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.



Quando se refere a doses de molibdênio, constata-se um efeito significativo no qual a dose de 72,9 g/ha (Figura 4), proporcionada pelo modelo quadrático ajustado à equação de regressão, alcançou a maior circunferência da cabeça. Yuri et al. (2002a) relatam a dose de 85,8 g/ha de molibdênio como a que promoveu a maior circunferência da cabeça comercial, sendo as melhores épocas de aplicação aos 14 e 21 dias, que não mostraram diferenças significativas entre si. Uma resposta diferencial entre espécies a uma maior disponibilidade de molibdênio tem sido relatada por Malavolta & Kliemann (1985), havendo uma alta resposta em alface, assim como em brócolos, beterraba, couve-flor, espinafre e repolho.

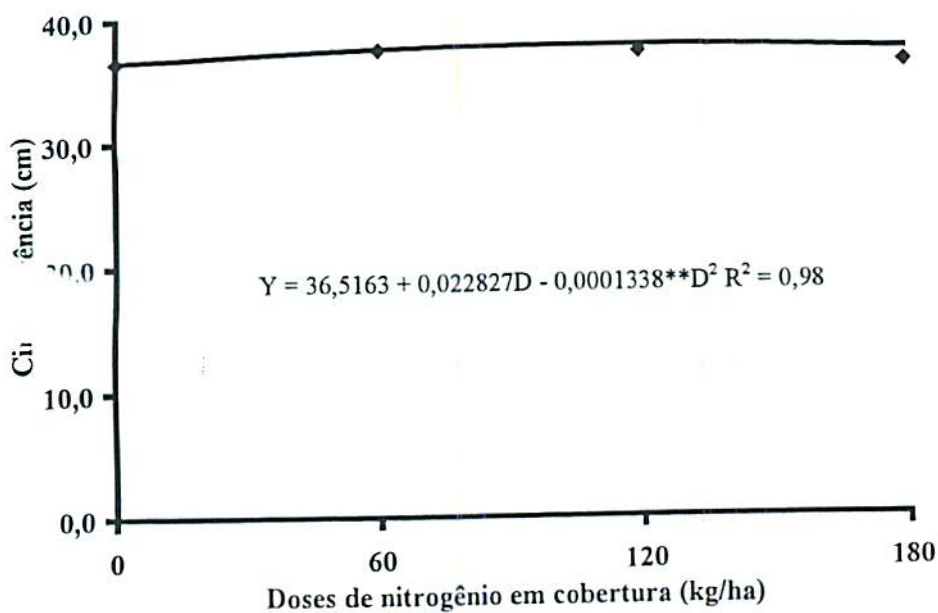


FIGURA 3. Circunferência da parte comercial (cabeça) da alface americana em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.3 Comprimento do caule da parte comercial

Não se observaram efeitos significativos dos tratamentos para comprimento do caule (Tabela 3). Menores comprimentos de caule são desejáveis para a alface americana, principalmente quando destinada à indústria de beneficiamento, devendo ser bastante reduzido, proporcionando menores perdas durante o processamento.

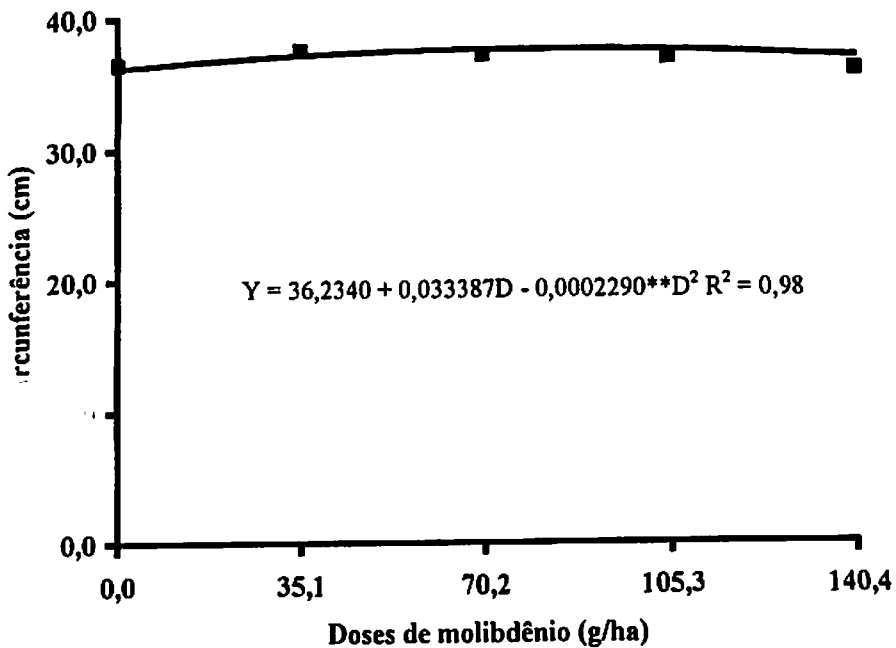


FIGURA 4. Circunferência da parte comercial (cabeça) da alface americana em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Por outro lado, o caule excessivamente comprido acarreta uma menor compacidade da cabeça e dificulta o beneficiamento, afetando a qualidade final do produto (Yuri et al., 2002b; Resende et al., 2003b). Na prática, caules de até

6,0 cm seriam os mais adequados, sendo aceitáveis até o patamar de 9,0 cm e inaceitáveis ou menos recomendados para processamento acima disso. Nesse contexto, as doses de nitrogênio apresentaram uma variação entre 7,2 a 7,4 cm e as doses de molibdênio entre 7,0 e 7,4 cm, situando-se próximas ao nível adequado e estando dentro do limite aceitável.

Salienta-se que há uma tendência de a alface americana em condições de cultivo de verão apresentar maiores comprimentos de caule, comparativamente ao cultivo de inverno, em que se mostra perfeitamente adaptada. Resultados semelhantes para doses de molibdênio foram encontrados por Yuri et al. (2002a), que não constataram efeitos significativos para comprimento do caule. Dados não concordantes foram obtidos por Bueno (1998), que verificou um aumento linear no comprimento do caule com o incremento das doses de nitrogênio, utilizando outra cultivar e em condições de casa de vegetação.

### 3.4 Teor de matéria seca da parte comercial

Para o teor de matéria seca da parte comercial, a análise de variância revelou diferenças significativas, tanto para doses de nitrogênio como para doses de molibdênio, agindo de forma independente (Tabela 3). Verificou-se para os dois fatores em estudo modelos quadráticos nos quais por meio da derivada das equações, estimou-se que a dose de 89,9 kg/ha de N em cobertura, adicional à dose aplicada pelo produtor de 60,0 kg/ha, propiciaria o maior retorno em termos de teor de matéria seca da planta (Figura 5). Observaram-se resultados similares nos trabalhos de Alves (1996) e Fontes et al. (1997), que obtiveram efeito positivo para a matéria seca da alface cultivar Regina 440 e Brasil 202, em resposta à adição de nitrogênio. Todavia, Furtado (2001), utilizando a mesma cultivar, obteve um efeito linear negativo como o incremento das doses de nitrogênio.

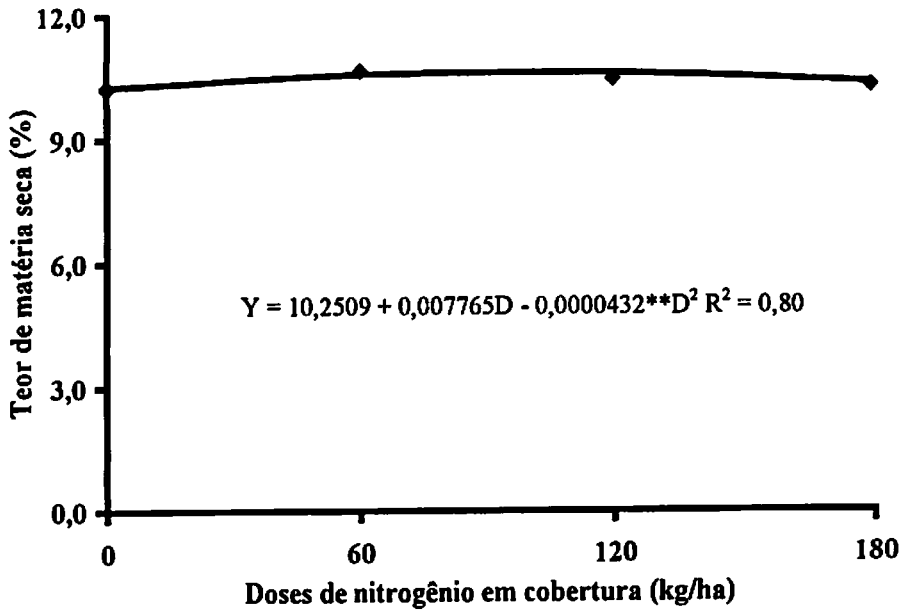


FIGURA 5. Teor de matéria seca da parte comercial da alface americana em função de doses de nitrogênio (dados transformados em arco-seno  $\sqrt{P/100}$ ). Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

No que se refere às doses de molibdênio, a dose 77,2 g/ha promoveria a maior resposta em termos de porcentagem de matéria seca na parte comercial da alface americana (Figura 6). Também na cultura da couve-flor, Novelino & Chaves (1987) verificaram tendência de aumento no acúmulo de matéria seca nas plantas, mediante a aplicação por via foliar de quantidades equivalentes a 24 e 48 g/ha de Mo.

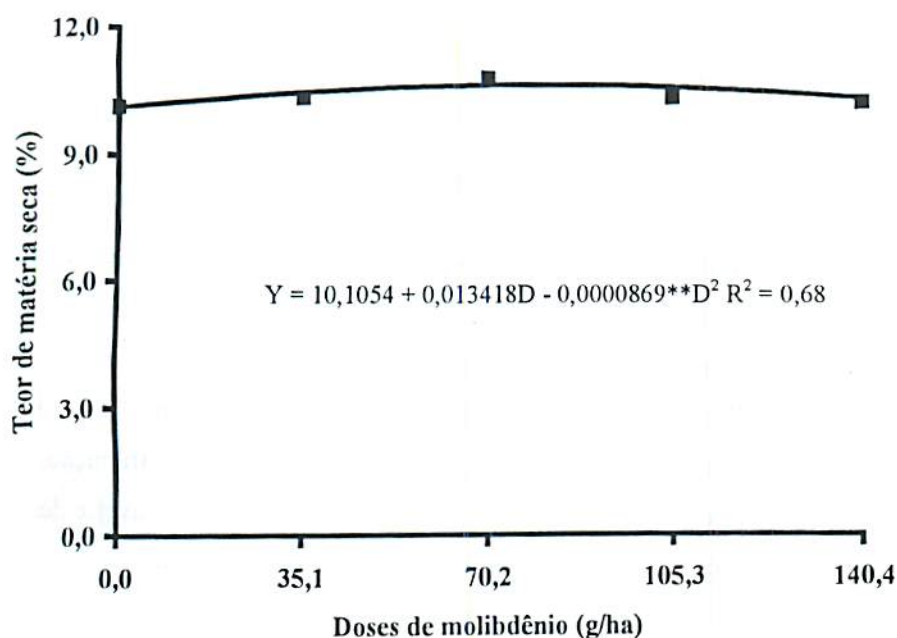


FIGURA 6. Teor de matéria seca da parte comercial da alface americana em função de doses de molibdênio (dados transformados em arco-seno  $\sqrt{P/100}$ ). Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.5 Ciclo vegetativo

A contagem do número de dias da sementeira até a colheita correspondeu à duração do ciclo vegetativo que, neste experimento (verão) da sementeira à colheita, correspondeu a 67 dias. Furtado (2001) encontrou para o transplante, no final de agosto, 73 dias de ciclo cultural. Segundo Jackson et al. (2004), a alface americana requer, como temperatura ideal para o desenvolvimento, 23 °C durante o dia e 7 °C à noite. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas, formar cabeças pouco compactas, e também contribuir para ocorrer deficiência de cálcio, conhecido como "tip-burn". No presente experimento, não observou-se qualquer ocorrência de "tip-turn". No entanto, a

maior precocidade que ocorre no verão contribuiu para a formação de cabeças menos compactas, o que foi visualmente detectado, assim como se pode verificar um maior comprimento do caule.

### **3.6 Conservação pós-colheita da parte comercial**

A conservação pós-colheita das cabeças comerciais avaliada em câmara frigorífica aos 7, 14, 21 e 28 dias após a colheita, não evidenciou diferenças significativas entre doses de nitrogênio e molibdênio. Esta é uma característica de grande importância em alface americana, visto que o produto final é processado e armazenado em câmaras frigoríficas para posterior distribuição. Portanto, uma maior conservação do produto após sua colheita é desejável e de considerável relevância. Não foram encontrados relatos na literatura de uma possível contribuição do nitrogênio e do molibdênio em aumentar a conservação da alface americana. No entanto, há relatos de pequeno efeito na perda de peso pela adição de nitrogênio (Poulsen et al., 1994), assim como efeitos não significativos (Sanchez et al., 1988) e de melhor conservação pós-colheita com a utilização de adubação com outros nutrientes, como silício e boro (Resende et al. 2003a; Yuri et al., 2003a, b).

### **3.7 Teor de macronutrientes na parte comercial**

#### **3.7.1 Nitrogênio**

Pelos resultados, evidenciaram-se efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio independentemente, não apresentando efeitos significativos da interação (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na parte comercial, em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		N	P	K
Blocos	2	0,0186	0,0004	0,0004
Nitrogênio (N)	3	0,0551**	0,0022 **	0,0375 **
Linear	1	0,0730 **	0,00004 ns	0,0624 **
Quadrática	1	0,0881 **	0,0066 **	0,0400 **
Desvio da regressão	1	0,0043 ns	0,00009 ns	0,0095 ns
Molibdênio (Mo)	4	0,0436 **	0,0102 **	0,0304 **
Linear	1	0,0078 ns	0,0180 **	0,0653 **
Quadrática	1	0,0810 **	0,0203 *	0,0003 ns
Desvio da regressão	2	0,0429 **	0,0012 **	0,0263 **
Interação N x Mo	12	0,0095 ns	0,0003 ns	0,0098 **
Resíduo	38	0,0058	0,0002	0,0029
C.V. (%)		2,42	3,71	2,74

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

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 7). O aumento da concentração de nitrogênio na planta como o incremento das doses de nitrogênio em alface é também relatado por Barros (1979); Fontes et al. (1997), Rushel (1998) e Alvarenga (1999); embora, Furtado (2001) não tenha encontrado qualquer efeito. Salienta-se que os valores obtidos encontram-se dentro da faixa considerada como adequada por van Raij et al.

(1997), que se situa de 3,0 a 5,0 dag/kg, assim como estão próximos aos relatados por Garcia et al. (1982), os quais consideraram um teor de 3,37 dag/kg de N para uma planta de alface bem nutrida.

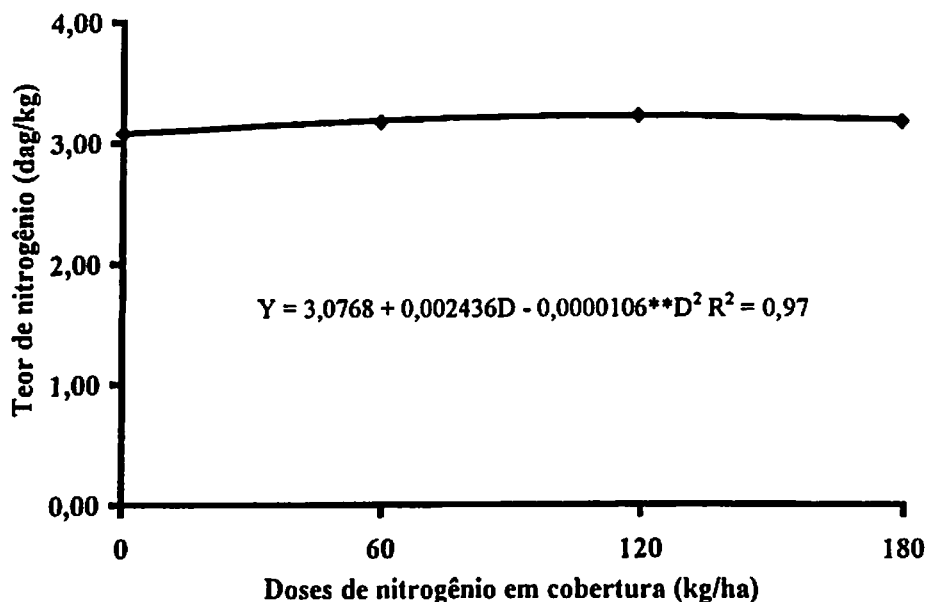


FIGURA 7. Teor de nitrogênio na parte comercial da alface americana em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

No que se refere a doses de molibdênio, também ajustou-se um modelo quadrático em que a dose de 76,8 g/ha possibilitou uma maior concentração de nitrogênio na parte comercial da alface (Figura 8). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Barros (1979), que observou aumentos significativos no teor de nitrogênio das plantas com a aplicação de molibdênio. Em feijão, Pires (2003) obteve um aumento em 75% com a adubação foliar molibídica, comparada à testemunha sem aplicação e Pessoa (1998), observou que a adubação foliar com Mo aumentou os teores de N total e de N orgânico, o que ocasionou melhor desenvolvimento da cultura e maior produtividade, em



comparação às plantas não sujeitas a essa adubação. Salienta-se do ponto de vista nutricional que as variações encontradas foram pequenas do ponto de vista da nutrição.

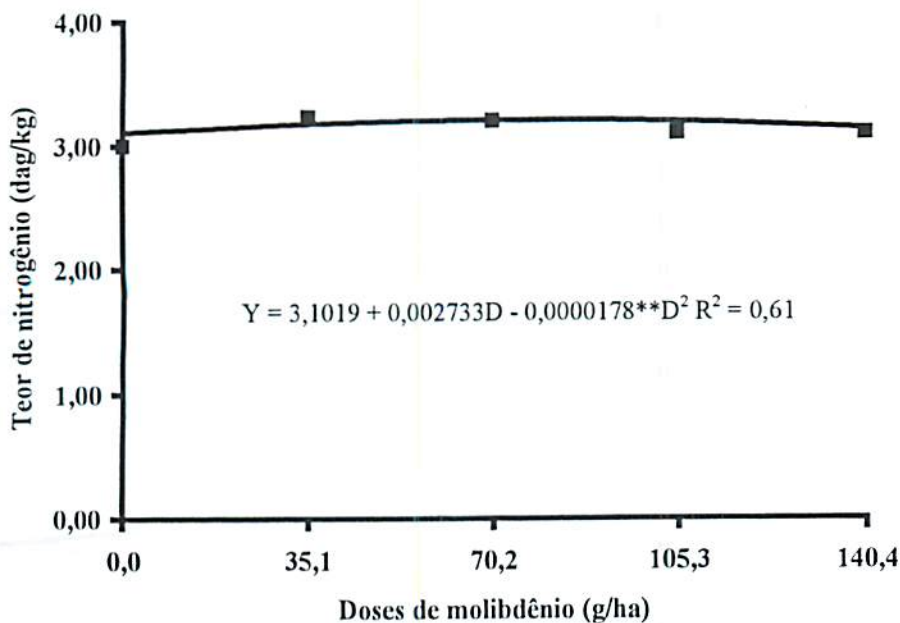


FIGURA 8. Teor de nitrogênio na parte comercial da alface americana em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.7.2 Fósforo

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 sobre essa característica (Tabela 4).

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 9).

Observa-se, no entanto, que as diferenças encontradas foram mínimas, apesar de significativas. Esses resultados são similares aos observados por Ruschel (1998), que observou aumentos significativos nos teores de fósforo na parte aérea da alface, em função das doses de nitrogênio e potássio. Nannetti (2001) também observou um aumento desse nutriente com o aumento do nitrogênio fornecido no solo, em pimentão, salientando que já é conhecido o efeito sinérgico existente entre o nitrogênio e o fósforo. Furtado (2001), em alface americana, não encontrou diferenças significativas quando variou as doses de nitrogênio entre 148,0 a 268,0 kg/ha de N. Salienta-se que os valores obtidos encontram-se pouco abaixo da faixa considerada como adequada por van Raij et al. (1997), que se situa entre 0,40 e 0,70 dag/kg e próximos aos 0,44 dag/kg encontrados para alface americana por Sanchez et al. (1988), considerados por Garcia et al. (1982) como dentro dos padrões de planta bem nutrida.

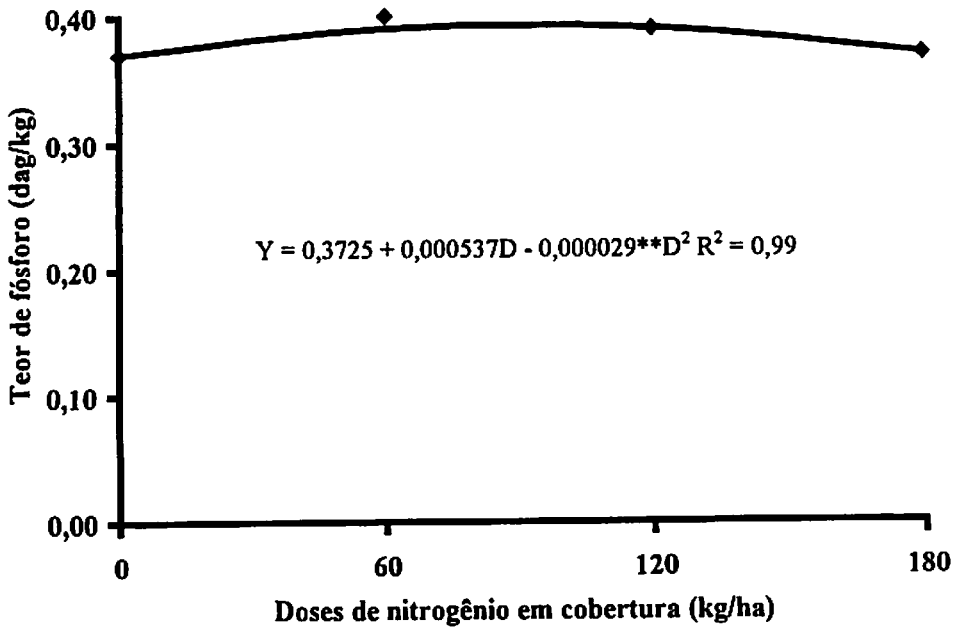


FIGURA 9. Teor de fósforo na parte comercial da alface americana em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

As doses de molibdênio demonstraram efeitos positivos sobre o teor de fósforo na parte comercial (Tabela 4). 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 10). Esses resultados são 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 percentagem 5% superior à testemunha sem aplicação, que apresentou 0,40 dag/kg de P.

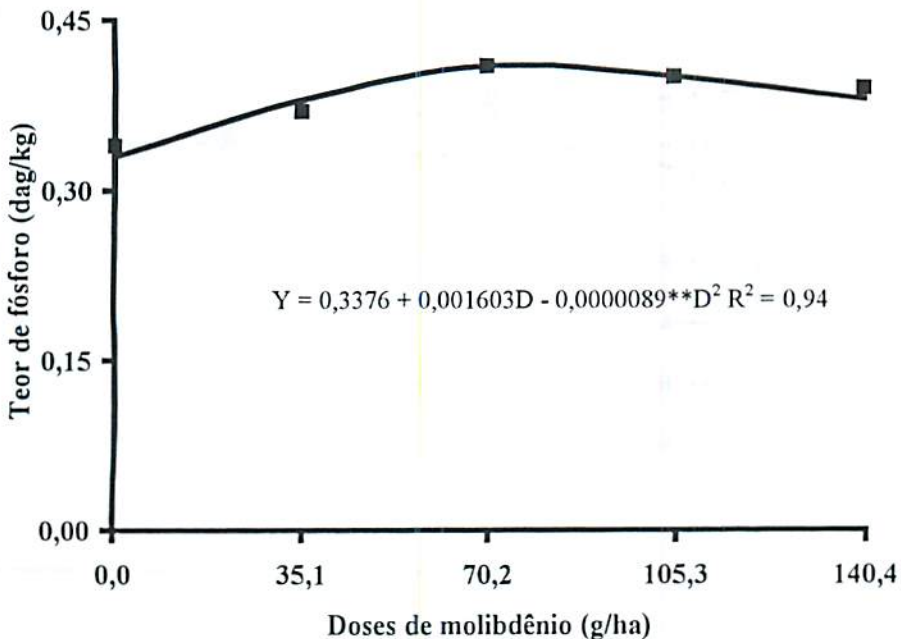


FIGURA 10. Teor de fósforo na parte comercial da alface americana em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.7.3 Potássio

O teor de potássio na parte comercial da alface sofreu influência significativa das doses de nitrogênio e de molibdênio, assim como da interação entre esses fatores (Tabela 4). Desdobrando-se essa interação de doses de

molibdênio dentro de doses de nitrogênio estabeleceram-se modelos lineares negativos (Figura 11) 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 uma 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 uma resposta quadrática, em que a dose de 87,0 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciou um maior teor de potássio (Figura 11).

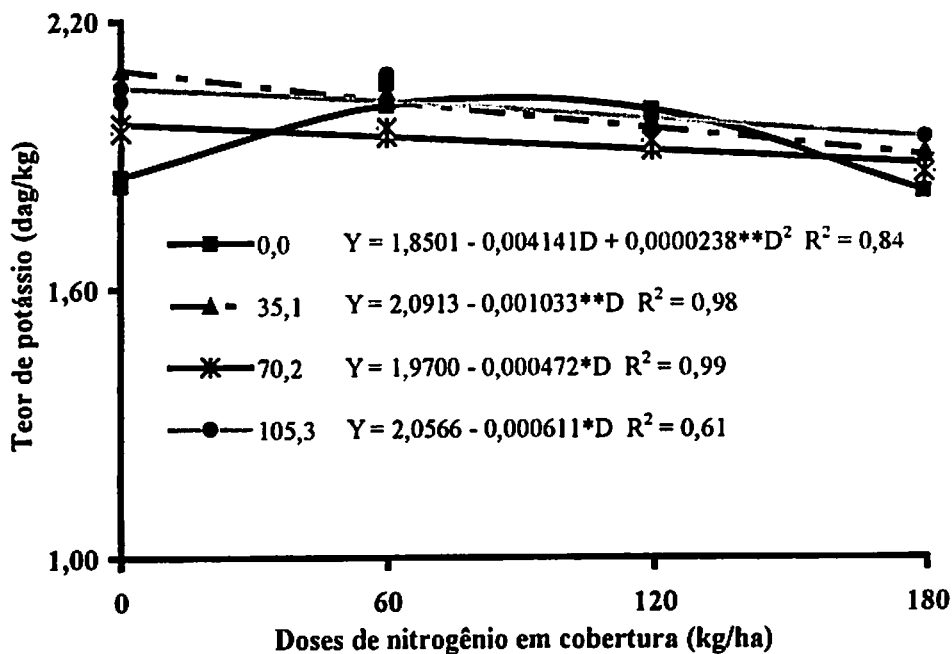


FIGURA 11. Teor de potássio na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Com esses resultados, demonstra-se que até a dose de 117,0 kg/ha de N, somada a dose empregada pelo produtor, ocorreu um maior teor de potássio na parte comercial da alface na ausência da adubação molibídica, e com o incremento das doses adicionais de nitrogênio em presença de molibdênio, estabeleceu-se uma redução linear nesse teor. Esse fato pode estar ligado provavelmente, ao incremento das doses de nitrogênio e também a uma maior absorção de nitrogênio pela presença do molibdênio, que atuando em processos metabólicos da planta, promove uma maior absorção de nitrogênio, pela ação da enzima redutase do nitrato (Hewitt, 1963). Reid (1980), Dibb & Thompson Jr. (1985) e Resende et al. (1997a), 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. Relata Furtado (2001) um incremento linear no teor de potássio nas folhas de alface americana com o incremento das doses de nitrogênio.

#### 3.7.4 Cálcio

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 (Tabelas 5 e 6). Desdobrando-se essa interação de doses de molibdênio dentro de doses de nitrogênio, estabeleceram-se ajustes lineares positivos (Figura 12) para todas as doses de molibdênio avaliadas, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio, verificou-se um aumento no teor de cálcio na parte comercial da alface. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Regato et al. (1997), que verificaram um aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio, em alface, assim como os obtidos por Olsen et al. (1993) e Nannetti (2001) em pimentão e Resende et al. (1997a), em milho.

Ao avaliar diferentes doses de nitrogênio, Furtado (2001) encontrou uma tendência de maior teor de cálcio com o incremento das doses de nitrogênio, apesar de não encontrar diferenças significativas, informando que o teor de cálcio na parte comercial da alface é cerca de um terço do encontrado nas folhas externas, onde foi observado maior concentração de cálcio.

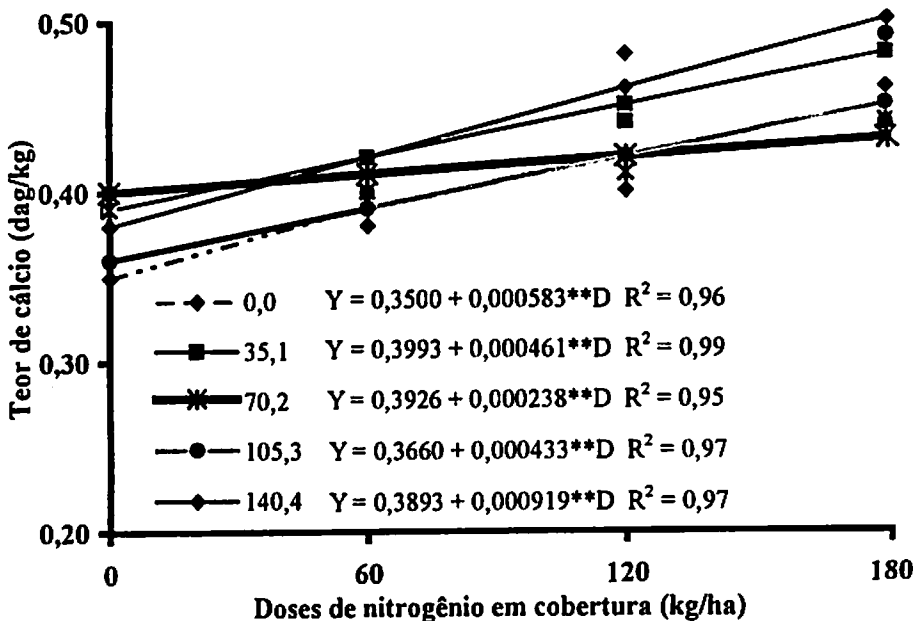


FIGURA 12. Teor de cálcio na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.7.5 Magnésio

Os teores de magnésio na parte comercial da alface receberam influência de todas as fontes de variação, assim como da interação desses fatores (Tabela 5).

TABELA 5. Resumo da análise de variância para teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte comercial da alface em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Blocos	2	0,0001	0,00003	0,0003
Nitrogênio (N)	3	0,0198**	0,0005 **	0,0009 **
Molibdênio (Mo)	4	0,0049 **	0,0002 **	0,0008 **
Interação N x Mo	12	0,0006 **	0,0001 **	0,0003 *
Resíduo	38	0,0001	0,00005	0,0001
C.V. (%)		3,33	3,96	6,11

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

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, os 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 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 adicionais. 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 adicional. Ao avaliar diferentes doses de nitrogênio, Furtado (2001) encontrou uma 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% das folhas externas da cabeça da alface. Esses resultados corroboram os obtidos por Souza (1990) em alho e Resende et al. (1997a) em milho, que observaram que a aplicação de nitrogênio resulta em maior absorção de magnésio.

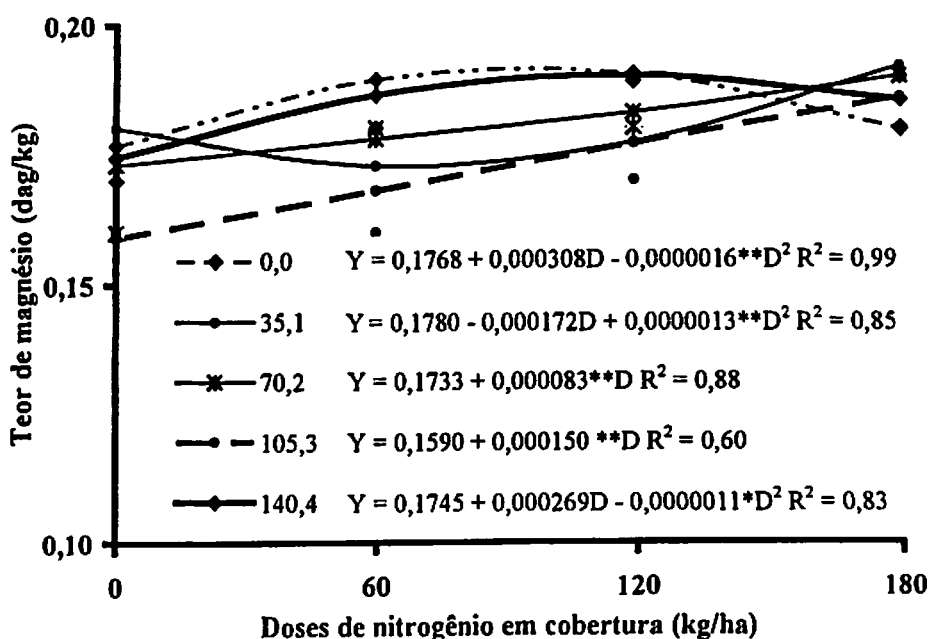


FIGURA 13. Teor de magnésio na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.



TABELA 6. Resumo da análise de variância para os desdobramentos da interação nitrogênio x molibdênio para teor potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte comercial da alfaca. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		K	Ca	Mg	S
N: 0,0 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,012 ns	0,0018 **	0,00001 ns	0,00001ns
Quadrática	1	0,0884 **	0,0004 ns	0,0004 **	0,00101 *
Desvio da regressão	2	0,017 *	0,0003 ns	0,00001 ns	0,00028 ns
N: 35,1 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,057 **	0,0114 **	0,0003 *	0,00160 **
Quadrática	1	0,0001 ns	0,0006 ns	0,0003 *	0,00006 ns
Desvio da regressão	2	0,0013 ns	0,00001 ns	0,0001 ns	0,0001 ns
N: 70,2 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,0120 *	0,0031 **	0,0004 **	0,00121 **
Quadrática	1	0,0052 ns	0,0004 ns	0,00008 ns	0,00008 ns
Desvio da regressão	2	0,00004 ns	0,0002 ns	0,00004 ns	0,00001 ns
N: 105,3 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,0201 *	0,0101 **	0,0012 **	0,00008 ns
Quadrática	1	0,0033 ns	0,0003 ns	0,00007 ns	0,00067 *
Desvio da regressão	2	0,0166 *	0,00006 ns	0,00073 ns	0,00001 ns
N: 140,4 g/ha Mo		4 Ns			
Linear	1	-	0,0212 **	0,00020 *	0,00073 *
Quadrática	1	-	0,0004 ns	0,0002 **	0,00007 ns
Desvio da regressão	2	-	0,00006 ns	0,00008 ns	0,00008 ns

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

### 3.7.6 Enxofre

O teor de enxofre na parte comercial da alface foi afetado significativamente pelo molibdênio, pelo nitrogênio e pela sua interação (Tabela 5). A interação molibdênio x nitrogênio mostrou efeitos lineares positivos para as doses de 70,2 e 140,4 g/ha de molibdênio, os quais aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio (Figura 14). 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.

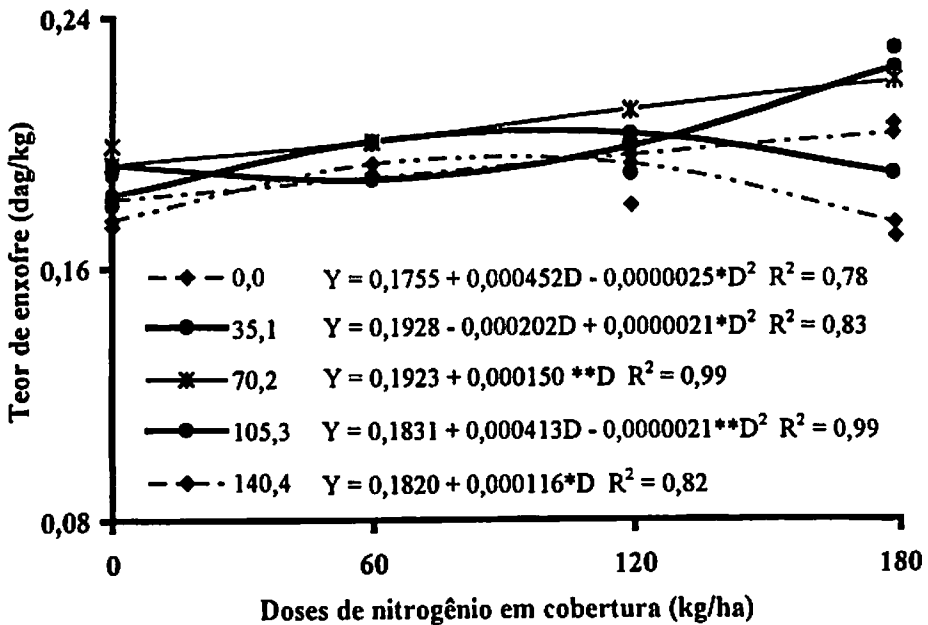


FIGURA 14. Teor de enxofre na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3; e 140,4 g/ha de molibdênio em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Estes resultados demonstram um efeito positivo do molibdênio e nitrogênio na absorção de enxofre pelas plantas de alface, também relatado por Ruschel (1998). Resende et al. (1997a) apresentam resultados similares aos obtidos, verificando uma maior absorção de enxofre com a aplicação de adubação nitrogenada. Um efeito sinérgico entre o N e o S é relatado por Zhao et al. (1993), Sharma et al. (1994) e Plessis & Agenbag (1994).

### 3.8 Teor de micronutrientes na parte comercial

#### 3.8.1 Boro

Os teores de boro na parte comercial da alface receberam influência de todas as fontes de variação, assim como da interação desses fatores (Tabela 7).

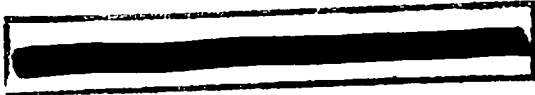
TABELA 7. Resumo da análise de variância para teor de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) na parte comercial da alface em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	2	0,5166	0,0625	1,0862	0,0523	0,0622
Nitrogênio	3	4,4022**	1,3106**	171,082**	192,522**	28,2259**
Molibdênio	4	16,9375**	3,3906**	39,9015**	32,9429**	71,0393**
N x Mo	12	4,2998**	0,5931 **	25,9914**	13,6885**	16,3470**
Resíduo	38	0,6254	0,0779	25,6768	1,6371	0,9598
C.V. (%)		4,99	4,51	2,41	4,82	2,37

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.



Com a análise da interação molibdênio x nitrogênio (Tabela 8) verificaram-se efeitos lineares positivos, na ausência da adubação como para a dose de 70,2 g/ha de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 15).

Na dose de 35,1 g/ha de molibdênio, ajustou-se um modelo quadrático com ponto de mínimo teor de boro na dose de 94,2 kg/ha de nitrogênio em cobertura. Para a dose de 105,3 g/ha de molibdênio verificou-se um efeito quadrático com ponto de máximo teor de boro na dose de 106,6 kg/ha de nitrogênio. Esses resultados estão coerentes aos obtidos por Resende et al. (1997b), que constataram, com incremento das doses de nitrogênio um aumento linear no teor de boro na parte aérea do milho, relatando ser esse fato, devido, provavelmente, ao papel do nitrogênio de proporcionar um maior crescimento da planta.

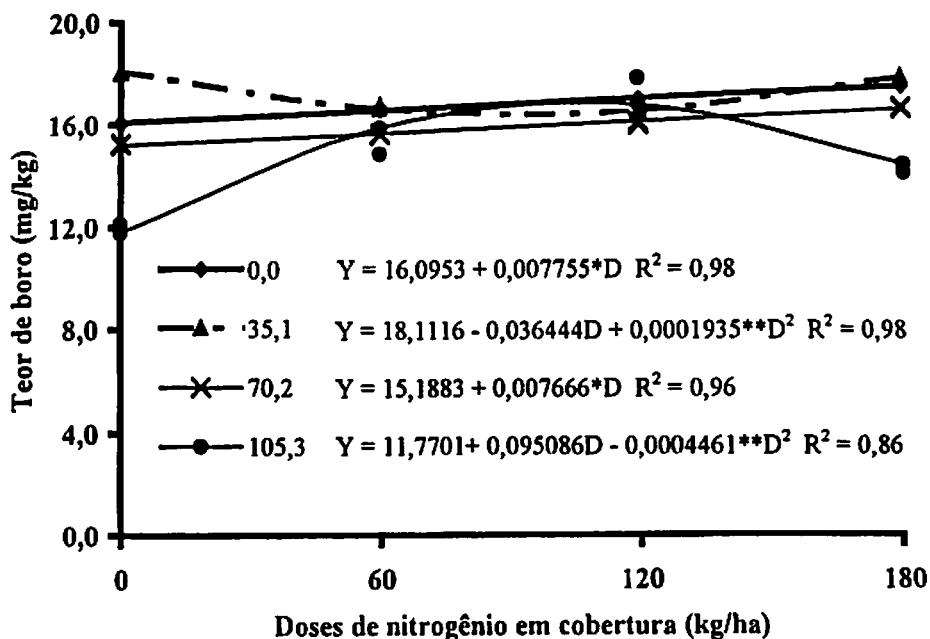


FIGURA 15. Teor de boro na parte comercial da alfaca americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

TABELA 8. Resumo da análise de variância para os desdobramentos da interação nitrogênio x molibdênio para teor boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), na parte comercial da alfaca. Três Pontas, MG, UFPA, 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
N: 0,0 g/ha Mo		4				
Linear	1	3,2480**	3,9117**	211,98**	90,331**	38,656**
Quadrática	1	0,0026ns	3,6300**	79,361**	32,736**	117,06**
Desvio da regressão	2	0,0680ns	0,8073ns	40,2787*	3,6309ns	22,301**
N: 35,1 g/ha Mo		4				
Linear	1	0,1401ns	0,3952*	120,67**	141,49**	64,854**
Quadrática	1	5,8241**	0,5250*	99,245**	0,2187ns	0,0003ns
Desvio da regressão	2	0,1401ns	0,0138ns	86,808**	17,6258*	0,1251 ns
N: 70,2 g/ha Mo		4				
Linear	1	3,1740*	0,0006ns	1,2965ns	126,32**	1,8903ns
Quadrática	1	0,1199ns	0,7008**	29,893*	0,4331ns	9,2752**
Desvio da regressão	2	0,0201ns	0,0029ns	1,7819ns	1,5105ns	0,4420ns
N: 105,3 g/ha Mo		4				
Linear	1	11,819**	0,0024ns	3,8102ns	28,318**	3,1373ns
Quadrática	1	30,944**	0,3816*	32,8682*	0,6816ns	4,1772*
Desvio da regressão	2	7,3430**	0,0299ns	0,1881ns	0,6912ns	3,5332ns
N: 140,4 g/ha Mo		4				
Linear	1	-	0,6201**	4,3685ns	244,46**	0,2693ns
Quadrática	1	-	0,0146ns	94,023**	49,735ns	13,867**
Desvio da regressão	2	-	0,0134ns	18,559ns	3,6358ns	1,2499ns

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Também Furtado (2001) encontrou uma tendência de maior teor de boro com o incremento das doses de nitrogênio em alface americana, apesar de não encontrar diferenças significativas entre as dose estudadas.

### 3.8.2 Cobre

Os teores de cobre na parte comercial da alface receberam influência de todas as fontes de variação, assim como da interação desses fatores (Tabelas 7 e 8). A análise da interação molibdênio x nitrogênio ajustou modelos quadráticos com pontos de máximo e mínimo teor de cobre, tanto na ausência como para as doses de 35,1, 70,2, e 105,3 g/ha de molibdênio, evidenciando para a maior dose de molibdênio (140,4 g/ha) um efeito linear depressivo com o aumento das doses de nitrogênio (Figura 16).

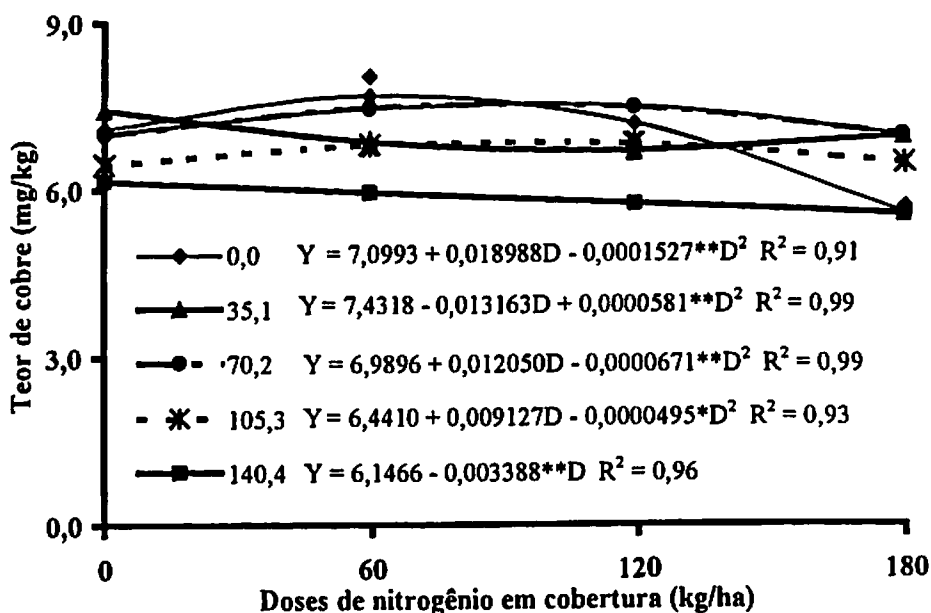


FIGURA 16. Teor de cobre na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Na ausência da adubação com molibdênio, assim como para as doses de 70,2 e 105,3 g/ha, ajustaram-se modelos quadráticos com pontos de máximo teor de cobre na parte comercial nas doses de 62,2, 89,8 e 92,2 kg/ha de nitrogênio em cobertura. Para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio registrou-se um ajuste quadrático com ponto de mínimo teor de cobre na dose de 113,3 kg/ha de nitrogênio (Figura 17). Furtado (2001) não encontrou aumento no teor de cobre em alface americana submetida a doses crescentes de nitrogênio. No entanto, Thompson (1962) e Resende et al. (1997b), em milho, relatam um aumento linear no teor de cobre com as doses de nitrogênio. Em *Ligustrum*, Stratton et al. (2001) relatam maior teor de cobre em função da aplicação de nitrogênio. Segundo Santos (1991), há entre o  $\text{MoO}_4^{2-}$  e  $\text{Cu}^{2+}$  um efeito de inibição não competitiva, isto é, o inibidor se combina com o sítio não ativo do carregador. Parece que tanto o cobre inibe a absorção de molibdênio, quanto o molibdênio a do cobre.

### 3.8.3 Ferro

Observou-se um efeito significativo das doses de nitrogênio, molibdênio e da interação N x Mo sobre o teor de ferro na parte comercial da alface (Tabelas 7 e 8). O desdobramento da interação em função das doses de nitrogênio ajustou para todas as doses de molibdênio modelos quadráticos com pontos de máximo teor de ferro (Figura 17).

Na ausência da adubação com molibdênio, verificou-se que a dose de 133,9 kg/ha de nitrogênio foi a que proporcionou o maior teor de ferro. Para as doses de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, estimaram-se as doses 119,6; 95,6; 99,1 e 95,8 kg/ha de N, respectivamente, como as que proporcionaram o maior teor de Fe na parte comercial. Furtado (2001) encontrou uma tendência de maior teor de ferro com o incremento das doses de nitrogênio em alface americana, apesar de não encontrar diferenças significativas entre as

doses estudadas. Assim como Resende et al. (1997b) obtiveram com a adubação nitrogenada maior teor de Fe na parte aérea de plantas de milho.

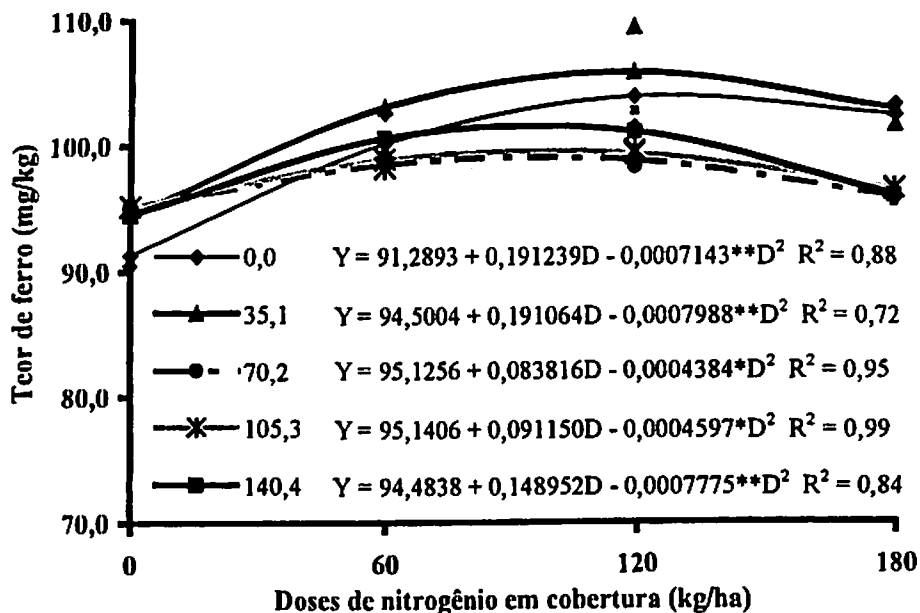


FIGURA 17. Teor de ferro na parte comercial da alfaca americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.8.4 Manganês

A análise do teor de manganês na parte comercial da alfaca revelou efeito significativo das doses de nitrogênio e molibdênio e da sua interação (Tabelas 7 e 8). Pelo desdobramento da interação, verificou-se na ausência da adubação com molibdênio um ajuste quadrático no qual a dose de 134,6 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciaria o maior teor de manganês na parte



comercial da alface (Figura 18). Para as demais doses de molibdênio, ajustaram-se modelos lineares positivos, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio, observou-se um incremento no teor de manganês na parte comercial da alface. Também em alface americana, Furtado (2001) observou uma tendência de aumento do teor de manganês com o aumento das doses de nitrogênio. Respostas semelhantes foram encontradas por Gallo et al. (1976), Terman & Allen (1974) e Resende et al. (1997b), os quais verificaram um aumento na absorção de manganês na planta com a adubação nitrogenada, em milho e por Stratton et al. (2001), em *Ligustrum*.

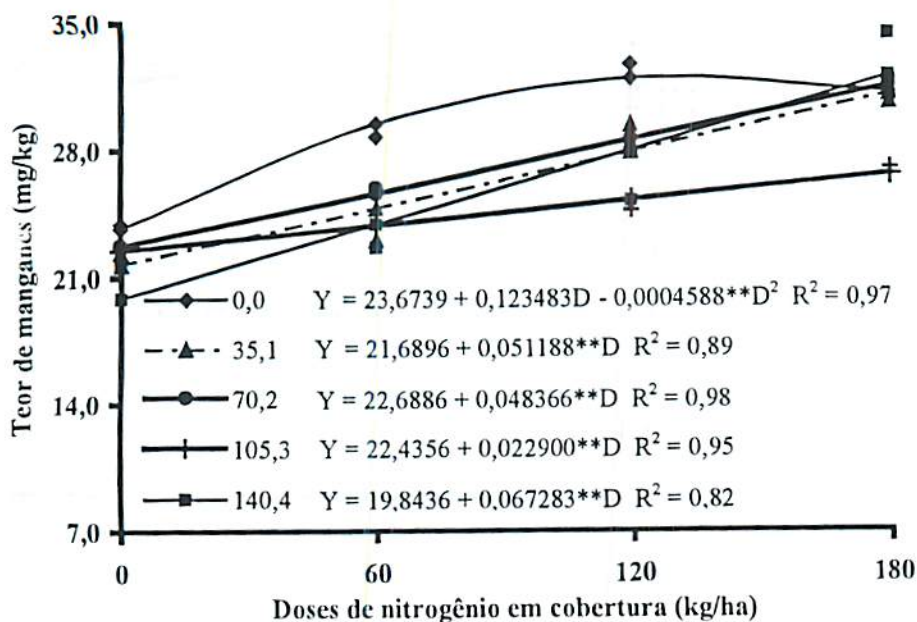


FIGURA 18. Teor de manganês na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

### 3.8.5 Zinco

Conforme pode ser visto nas Tabelas 7 e 8, houve influência significativa das doses de nitrogênio e molibdênio e da interação desses fatores no teor de zinco na parte comercial da alfaca. Desdobrando-se a interação molibdênio x nitrogênio, verificou-se um efeito linear positivo para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio, a qual aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 19). Para as demais doses, ajustaram-se modelos quadráticos com pontos de máximo teor de zinco na parte comercial.

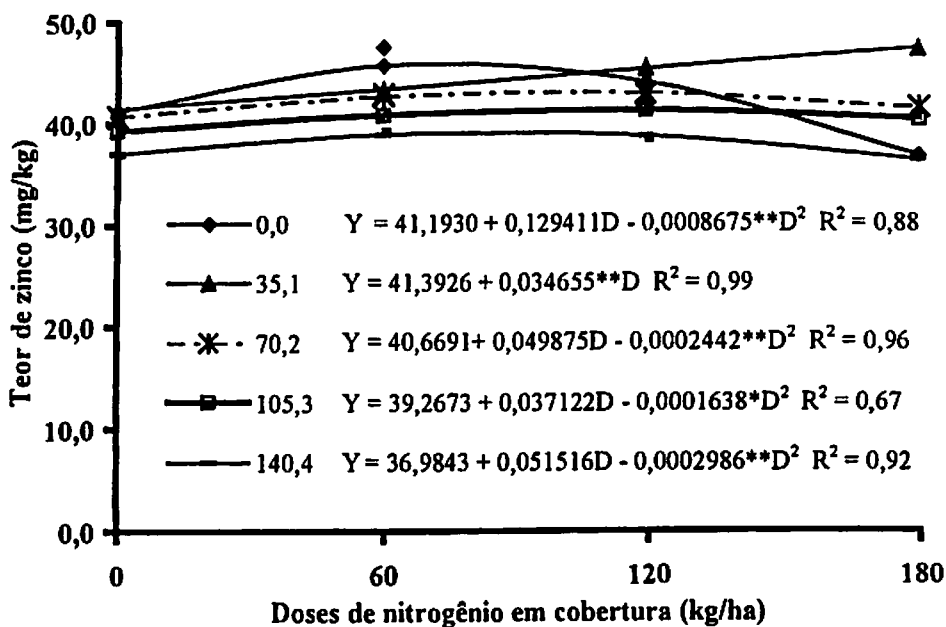


FIGURA 19. Teor de zinco na parte comercial da alfaca americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2002.

Na ausência da adubação com molibdênio, a dose de 74,6 kg/ha de nitrogênio em cobertura promoveu o maior teor. No que se refere as doses de 70,2, 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio obtiveram-se as doses de 102,1, 113,3 e 86,3 kg/ha de nitrogênio como as que propiciariam os maiores teores de zinco. Diversos autores também observaram o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o teor de zinco na parte aérea, como em batata (Soltanpour, 1969) e em milho (Terman & Allen, 1974; Gallo et al., 1976 e Resende et al., 1997b). Ao contrário, Furtado (2001) não observou diferenças significativas no teor de zinco em função da aplicação de doses de nitrogênio em alface americana.

Vale salientar que este maior teor de zinco promovido pela interação entre o N e Mo é de grande importância, visto que o zinco está envolvido no metabolismo do nitrogênio na planta. Em plantas deficientes ocorre redução da síntese protéica e acúmulo de aminoácidos e amidas. Também está envolvido no metabolismo das auxinas e conseqüentemente crescimento das plantas (Faquin, 1997).

## 4 CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- A dose adicional de 86,9 e 89,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura e de 87,4 e 94,2 kg/ha de molibdênio, respectivamente, propiciaram os maiores retornos de massa fresca total e comercial.
- As doses de nitrogênio em cobertura adicionais e de molibdênio promoveram uma maior circunferência da cabeça comercial, não se observando efeitos sobre o comprimento do caule e conservação pós-colheita.
- Um maior teor de matéria seca da parte comercial foi obtido com a dose de 89,9 kg/ha de nitrogênio em cobertura adicional e 77,2 g/ha de molibdênio.
- A aplicação nitrogênio e molibdênio influenciaram significativamente no aumento dos teores dos macronutrientes e micronutrientes, à exceção do teor de potássio que evidenciou efeito linear negativo, assim como para o teor de cobre na maior dose de molibdênio.
- Embora os tratamentos tenham afetado significativamente os teores foliares dos nutrientes, estes foram de pequena magnitude do ponto de vista da nutrição de plantas, se mantendo dentro de uma faixa adequada para a cultura.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. 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. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALVES, D. R. B. A. Efeito de adubação nitrogenada via fertirrigação e aplicação de forma convencional na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa. 1996. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

BARROS, I. B. I. Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo, e da aplicação de molibdênio em alface (*Lactuca sativa* L.). 1979. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas climatológicas - 1961-1990. Brasília: MARA, 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.

BUENO, C. R. Efeito da adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a cultura da alface tipo americana em ambiente protegido. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

DIBB, D. W.; THOMPSON, Jr., 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. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979. 1v., n. p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produtividade de Informações (SPI), 1999. 412 p.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 227 p.

FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; CONDE, R. M. Critical chlorophyll, total nitrogen, and nitrate-nitrogen in leaves associated to maximum lettuce yield. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 20, n. 9, p. 1061-1068, 1997.

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, MG.

GALLO, J. R.; IGUE, T.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; MIRANDA, L. E. C. Influência do uso contínuo de fertilizantes na nutrição mineral do milho híbrido IAC Hmd/6999B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1976, Campinas, SP. Anais... Campinas: SBCS, 1976.

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; NETO, V. D. 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 essential nutrient elements: requirements and interactions in plants. In: STWARD, F. C. (Ed.). *Plant physiology: a treatise*. New York: Academic Press, 1963. p. 137-360.

IBGE. Organização do território - vilas e cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 de fev. 2003.

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K.; CHANEY, W. Iceberg lettuce production in California. Disponível em: <<http://www.anrcatalog.ucdavis.edu>>. Acesso em: 23 fev. 2004.

KALIL, A. J. B. Comparação entre adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca saliva* L.). 1992. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LINDQUIVIST, K. On the origin of cultivated lettuce. *Hereditas*, Lund, n. 46, p. 319-350, 1960.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136 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.

McPHARLIN, I. R.; AYLMORE, P. M.; JEFFERY, R. C. Nitrogen requirements 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.

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, MG.

NOVELINO, J. O.; CHAVES, J. F. Aplicação de molibdênio e boro em couve-flor. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 68, maio 1987.

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.

PESSOA, A. C. dos S. Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo. 1998. 151 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 477 p.

PIRES, A. A. Parcelamento e época de aplicação de molibdênio na cultura do feijoeiro. 2003. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

POULSEN, N.; SORENSEN, J. N.; JOHANSEN, A. S. Influence on growth conditions on the value of crisphead lettuce. 2. Weight losses during storage as affected by nitrogen, plant age and cooling system. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 46, n. 1, p. 13-18, July 1994.

REGATO, M.; VARENNES, 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/Setp. 1997.

REID, D. The effects on rates of potassium application on the production and quality of herbage from a perennial ryegrass sward receiving a wide range of nitrogen rates. *Journal Agricultural Sciences*, Cambridge, v. 95, n. 1, p. 8-100, Aug. 1980.

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. 1997a.

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. III. Micronutrientes na parte aérea. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 21, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 1997b.

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar com silício em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 374, jul. 2003a. Suplemento 1.



RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 562-567, jul./set. 2003b.

RICCI, M. dos S. F. Crescimento e teores de nutrientes em cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adubados com vermicomposto. 1993. 101 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

ROBINSON, R. W.; McCREIGHT, J. D.; RYDER, J. E. The genes of lettuce and closely related species. In: JANICK, J. (Ed.). *Plant breeding reviews*. Westport: AVI, 1983, v. 1, 397 p.

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 p. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

SANCHEZ, C. A.; BURDINE, V. L.; GUZMAN, V. L.; HALL, C. B. Yield, quality, and leaf nutrient composition of crisphead lettuce as affected by N, P, and K on histosols. *Proceedings Florida Horticultural Society*, Miami, v. 101, n. 1/3, p. 346-350, May 1988.

SANDERS, D. C. *Lettuce production*. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html>>. Acesso em: 11 out. 1999.

SANTOS, O. S. Molibdênio. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Eds.). *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba: POTAFQS/CNPq, 1991. p. 191-217.

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.

SOLTANPOUR, P. N. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition fo potatoes. *Agronomy Journal* , Madison, v. 61, n. 2, p. 288-289, Mar./Apr. 1969.

SOUZA, R. J. de. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1990. 143 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

TERMAN, G. L.; ALLEN, S. E. Accretion and dilution of nutrients in young corn as affected by yield response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Soil Science Society American Proceedings*, Madison, v. 38, n. 3, p. 455-460, May/June 1974.

THOMPSON, J. W. Effects of fertilizers and soil amendments on mineral constituents of maize. *Soil Science*, Baltimore, v. 94, n. 5, p. 323-330, May 1962.

THOMPSON, T. L.; DOERGE, T. A. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: I. Plant response. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 60, n. 1, p. 163-168, Jan./Feb. 1996a.

THOMPSON, T. L.; DOERGE, T. A. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: II. Agronomic, economic, and environmental outcomes. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 60, n. 1, p. 168-173, Jan./Feb. 1996b.

Van RAIJ, B.; 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).

WHITAKER, T. W.; RYDER, J. E. **Lettuce production in the United States**. , Washington: USDA, 1974. 43 p. (USDA. Washington Agriculture Handbook, 221)

YURI, J. E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do Sul de Minas Gerais**. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar de boro para alface americana em cultivo de inverno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 2003a. (no prelo)

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Resposta da alface americana (*Lactuca sativa* L.) a doses e épocas de aplicação silicato de potássio em cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 372, jul. 2003b. Suplemento 1.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; GONÇALVES, L. D.; SOUZA, R. J. de. Efeito de doses de molibdênio via foliar na produtividade de alface americana (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia, MG. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 279, jul. 2002a. Suplemento.

YURI, J. E.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 229-232, jun. 2002b.

ZHAO, F. J.; EVANS, E. J.; BILSBORROW, P. E.; SYERS, J. K. Sulphur uptake and distribution in double and single low varieties of oilseed rapa (*Brassica napus* L.). *Plant and Soil*, The Hague, v. 150, n. 1, p. 69-76, Mar. 1993.

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.

## CAPÍTULO 3

### EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE PÓS-COLHEITA E TEOR DE NUTRIENTES EM ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM CULTIVO DE INVERNO

#### RESUMO

RESENDE, Geraldo Milanez de. Efeito de doses de nitrogênio e molibdênio foliar nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes na alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de inverno. 2004. Cap. 3, 53 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

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 nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes 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 à 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 massa fresca total e comercial e circunferência da cabeça evidenciaram efeitos significativos para doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio, assim como para sua interação. Não se observou efeito significativo dos tratamentos para comprimento do caule. Houve uma resposta linear para doses de N e Mo para conservação pós-colheita aos 28 dias, e a dose de 150,0 kg/ha de N em cobertura adicional promoveu a melhor conservação aos 35 dias após a colheita. A dose de 95,9 kg/ha de N em cobertura e a dose 75,3 g/ha de Mo propiciariam o maior retorno em termos de porcentagem de matéria seca. A aplicação de nitrogênio e molibdênio influenciaram positivamente no aumento dos teores dos macronutrientes e micronutrientes, à exceção dos teores de potássio e cobre que evidenciaram uma resposta negativa com o incremento das doses.

---

\* Comitê Orientador: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Orientador), Janice G. de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

## ABSTRACT

RESENDE, Geraldo Milanez de. Effects of nitrogen and molybdenum foliar rates in productive characteristics, postharvest quality and nutrient uptake in crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) in winter cultivation. 2004. Chap. 3, 53 p. Thesis (Doctorate in Plant Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

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 productive characteristics, postharvest quality and nutrient 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) applied in addition 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). The total and commercial fresh mass and head circumference showed significant effects for doses of nitrogen and of molybdenum, as well as for their interaction. No significant effects of the treatments for stem length were observed. There was a linear effect of N and Mo doses for postharvest conservation to the 28 days, and the rate of 150.0 kg/ha of N showed the best conservation to the 35 days after the harvest. The percentage of dry matter matter showed quadratic effects, and the doses of 95.9 kg/ha of N and 75.3 g/ha of Mo showed the highest return. The application of nitrogen and molybdenum influenced positively the increase of the macro and micronutrient uptake, except for the potassium absorption that evidenced a negative response with the increment of the rates.

---

\* Guidance Committee: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Major Professor), Janice G. de Carvalho - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A alface é uma planta bastante influenciada por condições ambientais. Temperaturas acima de 20 °C estimulam o pendoamento, que é acelerado à medida que a temperatura aumenta. Dias longos, associados a temperaturas elevadas, aceleram o processo, o qual é também dependente da cultivar (Nagai, 1980; Ryder, 1986 e Viggiano, 1990). A planta, nessas condições, emitirá o pendão floral precocemente, interrompendo a fase vegetativa, o que torna o produto impróprio para consumo e comercialização. Isso se deve a uma transformação no sabor das folhas para um gosto amargo, em função do acúmulo rápido de látex (Cásseres, 1980).

Segundo Whitaker & Ryder (1974), a temperatura é o fator ambiental que mais influencia na formação de cabeça uma vez que está relacionada com o pendoamento. Com base nos resultados de diversos autores, verifica-se que a alface se desenvolve bem em temperaturas oscilando entre 15 e 20 °C (Lenano, 1973; Brunini et al., 1976 e Cásseres, 1980). De acordo com Thompson (1944), é uma das hortaliças mais sensíveis às altas temperaturas e isso, na maioria das vezes, é o fator limitante para o não imbricamento das folhas.

Outro fator que pode afetar a planta é o fotoperíodo, pois a alface exige dias curtos durante a fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendoamento. Para Robinson et al. (1983), o pendoamento em alface é uma característica importante que influencia no desenvolvimento da cabeça.

Segundo Conti (1994), o comprimento do dia não é problema para o cultivo de verão no Brasil, pois as cultivares européias importadas já estão adaptadas a dias mais longos do que os que ocorrem no país. A expansão da cultura está se transferindo para as áreas de latitudes menores, conseqüentemente, o fotoperíodo não é obstáculo. Entretanto, em condições de menores latitudes, verifica-se o aumento da temperatura. Nessas situações, há a

necessidade de se escolherem áreas de elevadas altitudes. A altitude do local é um fator que deve ser levado em consideração, pois influencia diretamente na temperatura. Portanto, regiões de menor altitude não são adequadas ao plantio de verão.

Sendo a alface uma cultura composta basicamente por folhas, esta responde muito à adubação nitrogenada. A deficiência de nitrogênio em alface retarda o crescimento da planta e induz 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 de reações. Três dessas 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.

O que se observa é que a pesquisa ainda incipiente no Brasil sobre doses de fertilizantes a serem utilizadas, adequadas às diferentes cultivares e épocas de plantio, incentiva o olericultor a realizar testes em sua propriedade ou simplesmente a adotar recomendações de firmas revendedoras. Além disso, na ansiedade de obter maior produtividade, o olericultor aplica um excesso de elementos minerais, resultando muitas vezes em distúrbios nutricionais nas plantas, além de acarretar aumento do custo de produção.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de doses de nitrogênio em cobertura adicionais às aplicações do produtor e molibdênio via foliar nas características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes no comportamento da alface americana cultivada sob condições de inverno.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e caracterização da área experimental

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, 2003), em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico 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% (Castro Netto, 1980; Brasil, 1992). O solo apresentava, inicialmente, as características descritas na Tabela 9 e havia sido ocupado anteriormente com a cultura da alface tipo americana, em cultivos sucessivos de produção comercial.

### 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delincamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de nitrogênio em cobertura adicionais a dose total aplicada pelo produtor de 60 kg/ha de nitrogênio em seu sistema de plantio (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, perfazendo um total de 20 tratamentos. Foi utilizado como adubo nitrogenado à 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 empregada. 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 litros em máxima pressão, gastando-se 300 litros de calda/ha.

Tabela 9. Análises químicas e físicas do solo da área experimental. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Características <sup>1</sup>	Interpretação
pH em água	6,3
Fósforo - Mehlich I (mg dm <sup>-3</sup> )	72,7
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	73,0
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,5
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,7
Enxofre (mg dm <sup>-3</sup> )	14,1
Zinco (mg dm <sup>-3</sup> )	0,9
Boro (mg dm <sup>-3</sup> )	0,4
Cobre (mg dm <sup>-3</sup> )	1,2
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	26,0
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	15,2
Alumínio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,3
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,5
T-CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,5
T-CTC a pH7 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,8
V (%) - Saturação por Bases	70,5
Matéria Orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,9
Arcia (dag kg <sup>-1</sup> )	14
Limo (dag kg <sup>-1</sup> )	34
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	52

<sup>1</sup>EMBRAPA (1979) - Análises realizadas no DCS/UFLA.

superior à dose utilizada pelo produtor. Na presença da adubação molibdica que proporciona uma maior absorção de nitrogênio, essa dose seria superior. Alvarenga (1999) transplantando a mesma cultivar em maio observou efeitos da interação nitrogênio x cálcio, salientando que os melhores resultados foram obtidos na ausência de cálcio com 1.011 g/planta, decaindo até 809,1 g/planta, massas essas dentro da faixa de variação encontrada no presente trabalho.

TABELA 10. Resumo da análise de variância para massa fresca total (MFT) e comercial (MFC) da parte aérea e circunferência da parte comercial (CPC) em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		MFT	MFC	CPC
Blocos	2	4008,60	4028,74	2,64
Nitrogênio (N)	3	88218,37 **	62645,73 **	23,83 **
Molibdênio (Mo)	4	25819,24 **	6680,58 **	13,65 **
Interação N x Mo	12	17536,01 **	10968,05 **	1,18 *
Resíduo	38	3448,03	1779,15	0,54
C.V. (%)		6,04	7,44	1,82

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Esses resultados estão pouco acima dos encontrados por Thompson e Doerje (1996a) que encontraram para alface lisa, a máxima produtividade quando utilizaram 165,0 kg/ha de nitrogênio e inferiores aos obtidos por McPharlin et al. (1995) na Austrália, que verificaram a máxima produção com as doses de 288,0 e 344 kg/ha de N, em dois anos de estudo. Resultados positivos

da aplicação isolada de molibdênio em cultivo de inverno com a mesma cultivar são relatados por Resende et al. (2003a).

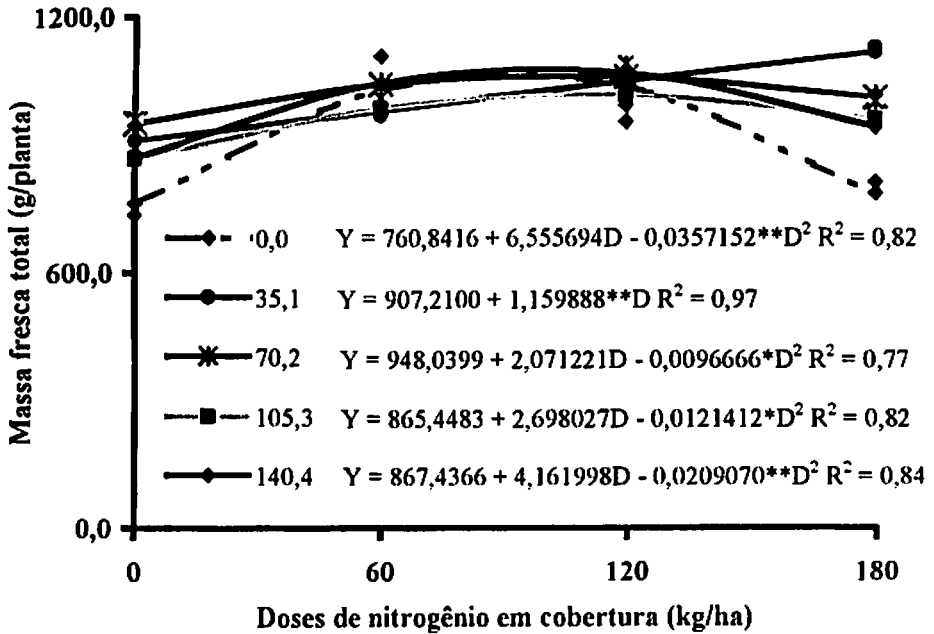


FIGURA 20. Massa fresca total da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.2 Massa fresca comercial da parte aérea

Com relação a massa fresca comercial registraram-se efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio, assim como de sua interação (Tabela 10). Desdobrando-se a interação de doses de molibdênio dentro de doses de nitrogênio, estabeleceram-se modelos quadráticos com pontos de máxima produção da massa fresca tanto na ausência como com a aplicação de molibdênio (Tabela 11). Na ausência da adubação com molibdênio

a dose de 74,8 kg/ha de nitrogênio adicional em cobertura propiciou a maior resposta (Figura 21). Levando-se em consideração que o produtor utilizou um total 60,0 kg/ha de N, a necessidade para se obter a máxima produtividade comercial na ausência da adubação com molibdênio alcançou a dose de 134,8 kg/ha de nitrogênio. Com a aplicação de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio estimaram-se as doses de 106,4; 88,2; 99,4 e 102,8 kg/ha de nitrogênio em cobertura como as que propiciariam os maiores retornos. Somando-se aos 60,0 kg/ha de nitrogênio empregado pelo produtor foram constatadas doses variando de 148,2 a 166,4 kg/ha de N como as que promoveram as maiores produções no que se refere a massa fresca comercial, oscilando conforme as doses de molibdênio.

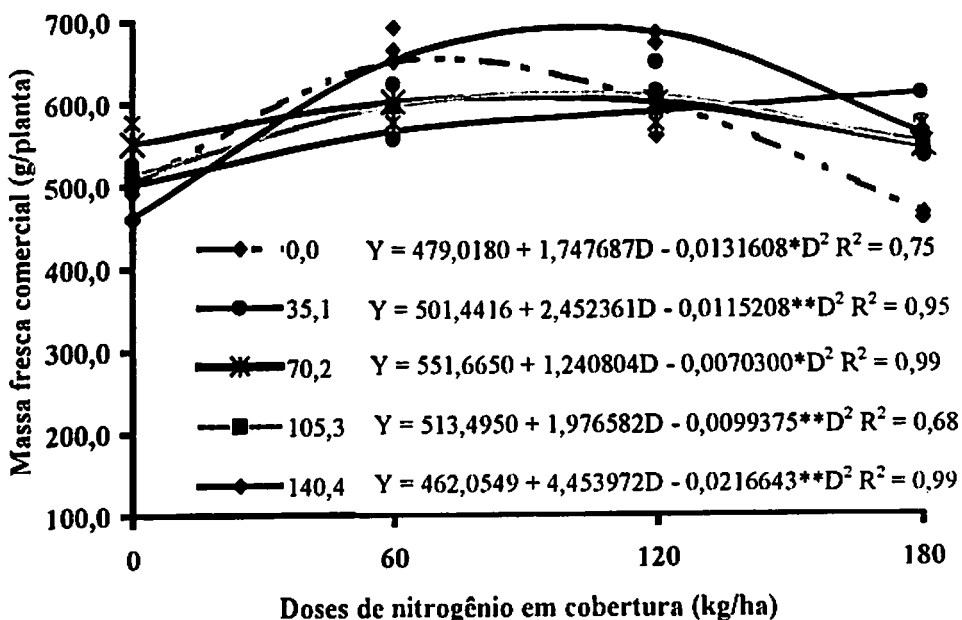


FIGURA 21. Massa fresca comercial da alface americana nas dose 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Na ausência da adubação molibídica alcançaram-se 509,5 gramas por planta (cabeça) sendo na maior dose de nitrogênio empregada e de molibdênio obtiveram-se 690,9 gramas por planta. Esses resultados são muito superiores aos encontrados por Bueno (1998), com a maior dose de nitrogênio usada, 105,6 kg/ha de N, produzindo o equivalente a 461,1 gramas por planta, assim como os obtidos por Alvarenga (1999) que sem encontrar diferenças significativas entre as doses de 120 a 240 kg/ha de N, informa massa fresca de no máximo 609,2 gramas por planta. A importância da adubação nitrogenada é relatada por Broadley et al. (2000) que informa uma relação negativa entre plantas em condições normais de nitrogênio disponível e plantas deficientes, ocorrendo uma redução no peso de folha, em condições de limitação do nutriente. Os resultados encontrados, no entanto, ainda estão no patamar inferior das recomendações das doses de nitrogênio utilizadas nos Estados Unidos que segundo Thompson & Doerge (1996a, b), variam de 224,0 a 370,0 kg/ha.

### **3.3 Circunferência da parte comercial (cabeça)**

A circunferência da parte comercial (cabeça) é uma das principais características em importância para a cultura da alface americana, quando se refere à preferência do consumidor para a aquisição do produto (Bueno, 1998).

Assim como as características anteriores, para a circunferência da cabeça comercial, os fatores estudados apresentaram efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio, e para a interação desses nutrientes (Tabela 10). Ajustaram-se modelos quadráticos com pontos de máxima circunferência tanto na ausência como para aplicação do molibdênio (Tabela 11). Na ausência da adubação molibídica, a dose de 98,3 kg/ha de N em cobertura adicional, promoveu a maior circunferência da cabeça comercial alcançando 41,4 cm.

TABELA 11. Resumo da análise de variância para os desdobramentos da interação nitrogênio x molibdênio para o peso da massa fresca total (MFT), peso da massa fresca comercial (MFC) e circunferência da parte comercial (CPC). Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		MFT	MFC	CPC
<b>N: 0,0 g/ha Mo</b>				
Linear	1	870,20 ns	36887,50 **	3,36 *
Quadrática	1	198378,34 **	114289,61 **	35,36 **
Desvio da regressão	2	44526,50 **	11456,78 *	1,80 ns
<b>N: 35,1 g/ha Mo</b>				
Linear	1	72648,45 **	7740,70 *	0,88 ns
Quadrática	1	4173,72 ns	20642,12 **	19,00 **
Desvio da regressão	2	1506,01 ns	1627,59 ns	2,05 ns
<b>N: 70,2 g/ha Mo</b>				
Linear	1	5924,24 ns	32,70 ns	0,26 ns
Quadrática	1	14532,46 *	7686,12 *	5,87 **
Desvio da regressão	2	6152,96 ns	111,79 ns	3,26 *
<b>N: 105,3 g/ha Mo</b>				
Linear	1	14189,57 *	1905,18 ns	1,32 ns
Quadrática	1	22925,02 *	15358,19 **	2,71 *
Desvio da regressão	2	2031,18 ns	11105,75 *	0,66 ns
<b>N: 140,4 g/ha Mo</b>				
Linear	1	8582,49 ns	16596,74 **	2,12 *
Quadrática	1	67980,81 **	72992,42 **	6,90 **
Desvio da regressão	2	14421,20 *	1120,61 ns	0,16 ns

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Para as doses de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio (Figura 22), derivando-se as equações de regressão, estimaram-se as doses 95,8; 95,7; 108,8 e 104,9 kg/ha de nitrogênio em cobertura como as que promoveram os maiores retornos em circunferência, que oscilaram entre 41,1 a 43,69 cm. Esses resultados estão próximos aos obtidos por Bucno (1998) que encontrou uma circunferência máxima de 44,98 com o incremento das doses de nitrogênio. Assim como são semelhantes aos relatados por Kalil (1992) e Alves (1996), que observaram significativo incremento da circunferência da cabeça comercial como aumento das doses de nitrogênio. Walworth et al. (1992) cultivando alface americana também em condições de campo, salienta que a dose de N que forneceu o maior incremento em diâmetro da cabeça foi de 112,0 kg/ha. Yuri et al. (2002a), relatam um efeito significativo da aplicação de molibdênio no incremento da circunferência da cabeça comercial.

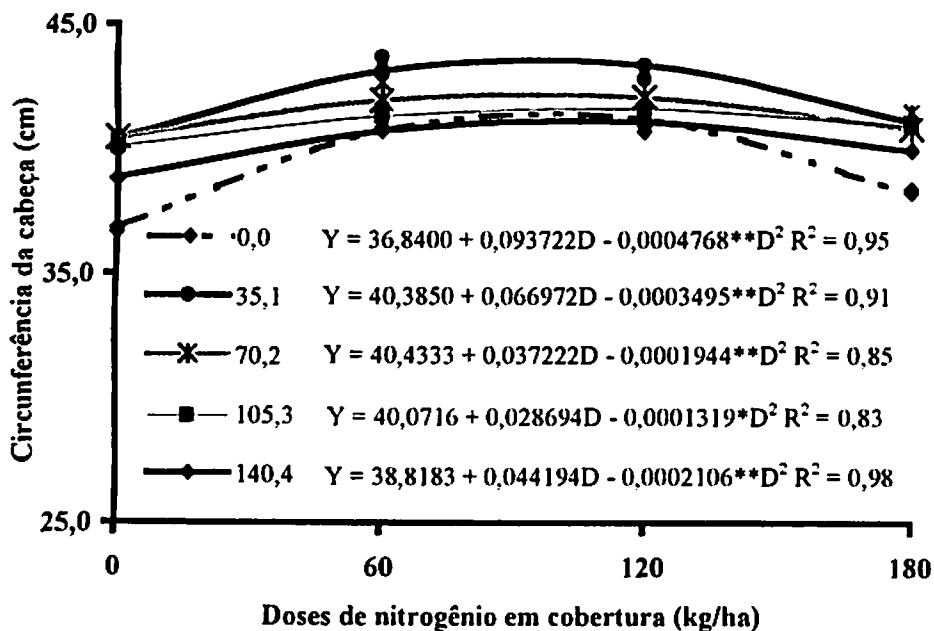


FIGURA 22. Circunferência da parte comercial (cabeça) da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### **3.4 Comprimento do caule da parte comercial**

Não se observaram efeitos significativos dos tratamentos para comprimento do caule (Tabela 12). Menores comprimentos de caule são desejáveis para a alface americana, principalmente quando destinada à indústria de beneficiamento, devendo ser bastante reduzido, o que proporciona menores perdas durante o processamento. Por outro lado o caule excessivamente comprido acarreta uma menor compacidade da cabeça e dificulta o beneficiamento, afetando a qualidade final do produto (Yuri et al., 2002b; Resende et al., 2003a). Na prática, caules até 6,0 cm seriam os mais adequados, sendo aceitáveis até o patamar de 9,0 cm e inaceitáveis ou menos recomendados para processamento acima disso. Nesse contexto, nas doses de nitrogênio ocorreram uma variação entre 2,02 a 2,14 cm e para doses de molibdênio entre 2,01 a 2,13 cm, situando-se dentro nível adequado à cultura. Salienta-se que há uma tendência de a alface americana, em condições de cultivo de inverno, apresentar menores comprimentos de caule comparativamente ao cultivo de verão, em função, provavelmente, de sua melhor adaptação ao cultivo sob condições de temperatura amena. Resultados semelhantes para doses de molibdênio foram encontrados por Yuri et al. (2002a), que não constataram efeitos significativos para comprimento do caule. No entanto, resultados não concordantes foram obtidos por Bueno (1998) que verificou um aumento linear no comprimento do caule com o incremento das doses de nitrogênio.

### **3.5 Teor de matéria seca da parte comercial**

A análise de variância revelou o teor de matéria seca, diferenças significativas, tanto para doses de nitrogênio, como para doses de molibdênio, agindo de forma independente (Tabela 12). Verificaram-se para os dois



nutrientes modelos quadráticos, nos quais pela derivada das equações, estimou-se que a dose de 95,9 kg/ha de N em cobertura adicional à dose aplicada pelo produtor de 60,0 kg/ha, propiciaria o maior retorno em termos de teor de matéria seca da planta (Figura 23). Observaram-se resultados similares no trabalho de Alves (1996) e Fontes et al. (1997), que obtiveram efeito positivo para a matéria seca da alface cultivar Regina 440 e Brasil 202, em resposta ao nitrogênio.

TABELA 12. Resumo da análise de variância para comprimento do caule (CMC) e matéria seca da parte comercial (MSC) em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		CMC	MSC
Blocos	2	0,0062	0,0365
Nitrogênio (N)	3	0,0383 ns	0,8352 **
Linear	1	-	0,1120 ns
Quadrática	1	-	2,3914 **
Desvio da regressão	1	-	0,021 ns
Molibdênio (Mo)	4	0,0265 ns	0,4711*
Linear	1	-	0,1002 ns
Quadrática	1	-	1,7013 **
Desvio da regressão	2	-	0,0415 ns
Interação N x Mo	12	0,0251 ns	0,0488 ns
Resíduo	38	0,0302	0,1424
C.V. (%)		8,39	3,77

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não significativo.

No entanto, Alvarenga (1999) não detectou diferenças significativas no teor de matéria seca submetida a adubações em cobertura com nitrogênio e cálcio. Em pimentão Knavel (1977), Olsen et al. (1993), Carballo et al. (1994), Silva (1998) e Nannetti (2001) relataram o efeito favorável do N na produção de matéria seca dos frutos.

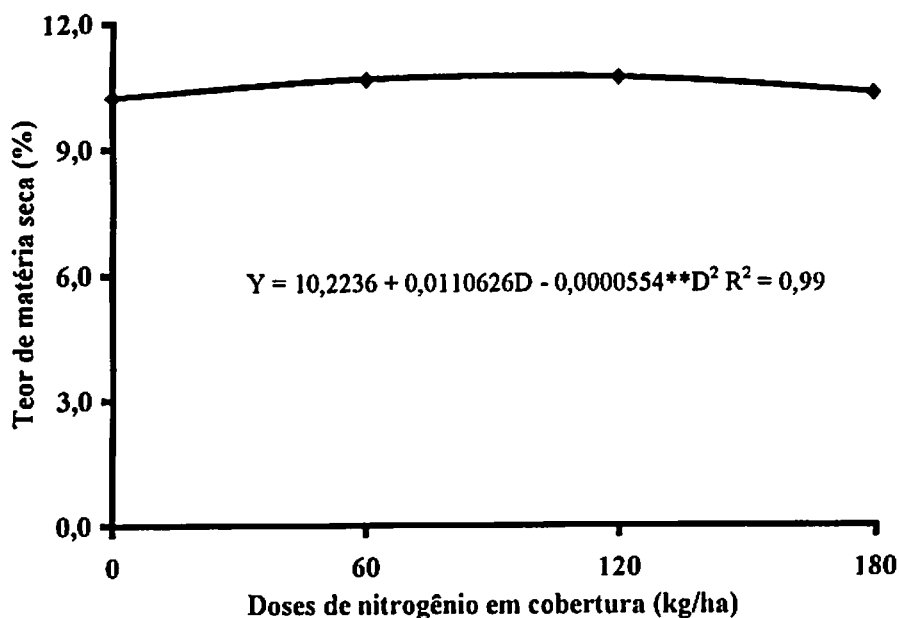


FIGURA 23. Teor de matéria seca da parte comercial da alface americana em função de doses de nitrogênio (dados transformados em arco-seno  $\sqrt{P/100}$ ). Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

No que se refere às doses de molibdênio, a dose 75,3 g/ha estimada promoveria a maior resposta em teor de matéria seca na parte comercial da alface americana (Figura 24). Também na cultura da couve-flor, Novelino & Chaves (1987) verificaram tendência de aumento no acúmulo de matéria seca

nas plantas, mediante a aplicação por via foliar de quantidades equivalentes a 24 e 48 g/ha de Mo.

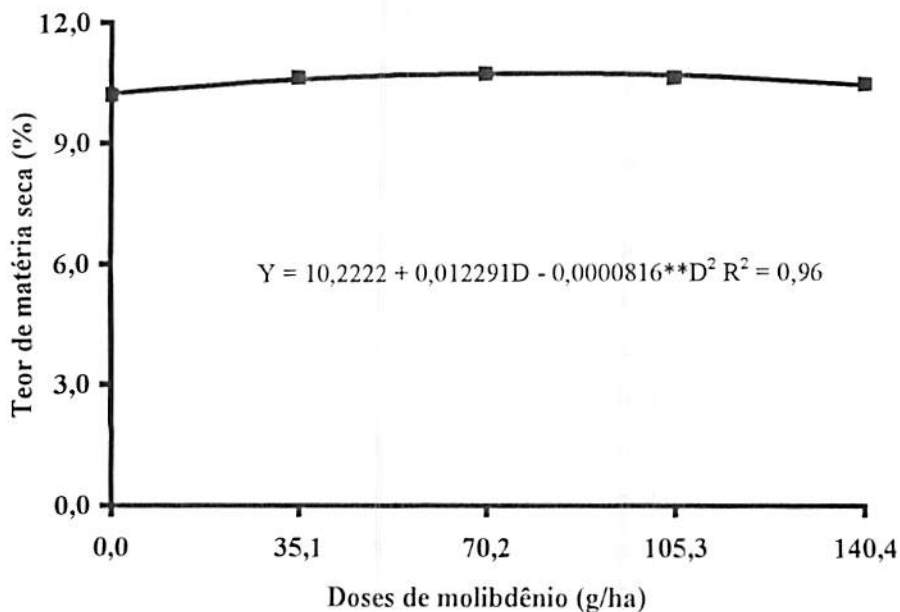


FIGURA 24. Teor de matéria seca da parte comercial da alface americana em função de doses de molibdênio (dados transformados em arco-seno  $\sqrt{P/100}$ ). Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.6 Ciclo vegetativo

A contagem do número de dias da semeadura até a colheita correspondeu à duração do ciclo vegetativo que neste experimento (inverno) correspondeu a 91 dias. Alvarenga (1999) encontrou para o transplante no mês de maio, 84 dias de ciclo cultural, enquanto Mota (1999), em transplante no mês de abril obteve 80 dias de ciclo. Segundo Jackson et al. (2004), a alface americana requer, como temperatura ideal para o desenvolvimento, 23 °C

durante o dia e 7 °C à noite. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas, formar cabeças pouco compactas, e também contribuir para ocorrer deficiência de cálcio, conhecido como "tip-burn". No presente experimento não observou-se qualquer ocorrência de "tip-turn".

### 3.7 Conservação pós-colheita da parte comercial

A conservação pós-colheita foi avaliada em câmara frigorífica aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a colheita. Aumentou-se uma semana a mais de avaliação no inverno em função das ótimas condições apresentadas pelos tratamentos até 21 dias após a colheita que não evidenciaram deterioração das cabeças comerciais até esse período. Aos 7 e 14 dias as cabeças comerciais apresentaram-se perfeitamente conservadas; porém aos 21 dias após a colheita as doses de nitrogênio apresentaram notas variando entre 4,8 e 4,9 e as doses de molibdênio entre 4,8 a 5,0, salienta-se que esses índices representam cabeças levemente deterioradas a sem deterioração. Para a avaliação aos 28 dias após a colheita verificaram-se efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio (Tabela 13), ajustando-se a modelos lineares positivos com o incremento das doses de nitrogênio e molibdênio (Figuras 25 e 26).

No que se refere à conservação pós-colheita aos 35 dias após a colheita (Figura 25), verificaram-se efeitos significativos apenas para as doses de nitrogênio que se ajustaram a um modelo quadrático com ponto de máxima conservação na dose de 150,0 kg/ha de N em cobertura adicionais à dose de 60,0 kg/ha utilizada pelo produtor. Esta característica é de grande importância em alface americana visto que o produto final é processado e armazenado em câmaras frigoríficas para posterior distribuição. Portanto, uma maior conservação do produto após sua colheita é desejável e de considerável relevância.

TABELA 13. Resumo da análise de variância para conservação pós-colheita da parte comercial aos 28 (CPC28) e 35 (CPC35) dias após a colheita em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		CPC28	CPC35
Blocos	2	0,5374	0,2791
Nitrogênio (N)	3	1,3486 **	1,6611 **
Linear	1	3,5208 **	4,0833 **
Quadrática	1	0,5041 ns	0,8167 *
Desvio da regressão	1	0,0030 ns	0,0833 ns
Molibdênio (Mo)	4	1,3791 **	0,0895 ns
Linear	1	3,6750 **	-
Quadrática	1	0,8571 ns	-
Desvio da regressão	2	0,6261 ns	-
Interação N x Mo	12	0,3069 ns	0,2618 ns
Resíduo	38	0,2918	0,1958
C.V. (%)		14,12	17,58

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Sendo a produção composta basicamente por folhas, dentre todos os nutrientes absorvidos pela alface, o nitrogênio é o que promove maior incremento na produtividade e no peso da planta. A deficiência de nitrogênio retarda o crescimento da planta e induz ausência ou má formação da cabeça, as folhas mais velhas tornam-se totalmente amareladas e soltam-se com facilidade (Garcia et al., 1982). Um bom desenvolvimento vegetativo da alface americana

culminando com uma ótima formação da cabeça e compacidade e um maior teor de matéria seca encontrada no presente trabalho, provavelmente explique a melhor conservação pós-colheita promovida pela adubação nitrogenada. Na literatura há relatos de pequeno efeito na perda de peso pela adição de nitrogênio (Poulsen et al., 1994), assim como efeitos não significativos (Sanchez et al., 1988) e de melhor conservação pós-colheita com a utilização de adubação com outros nutrientes como silício e boro (Resende et al., 2003b; Yuri et al., 2003a, b).

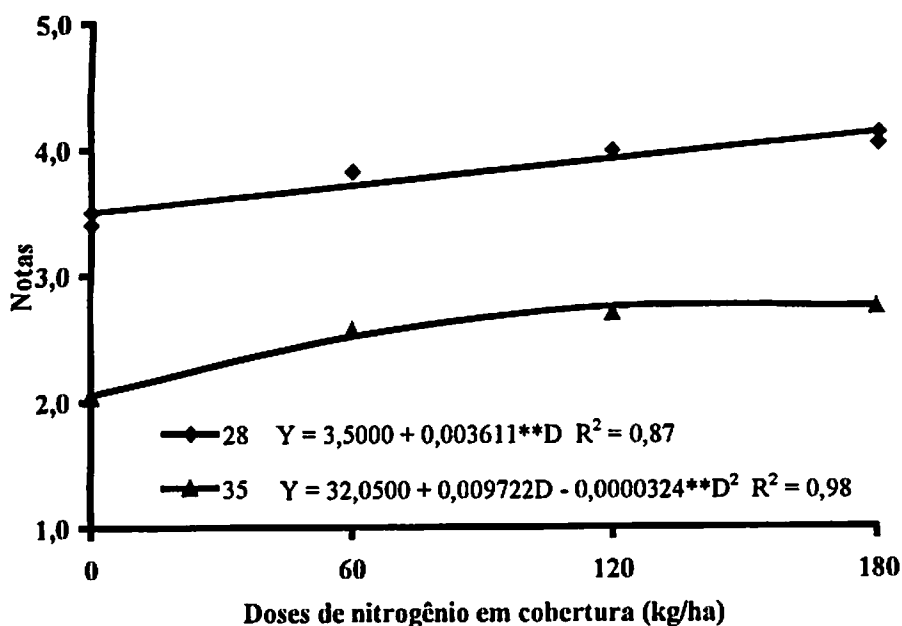


FIGURA 25. Conservação pós-colheita da cabeça aos 28 e 35 dias após a colheita alface americana em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

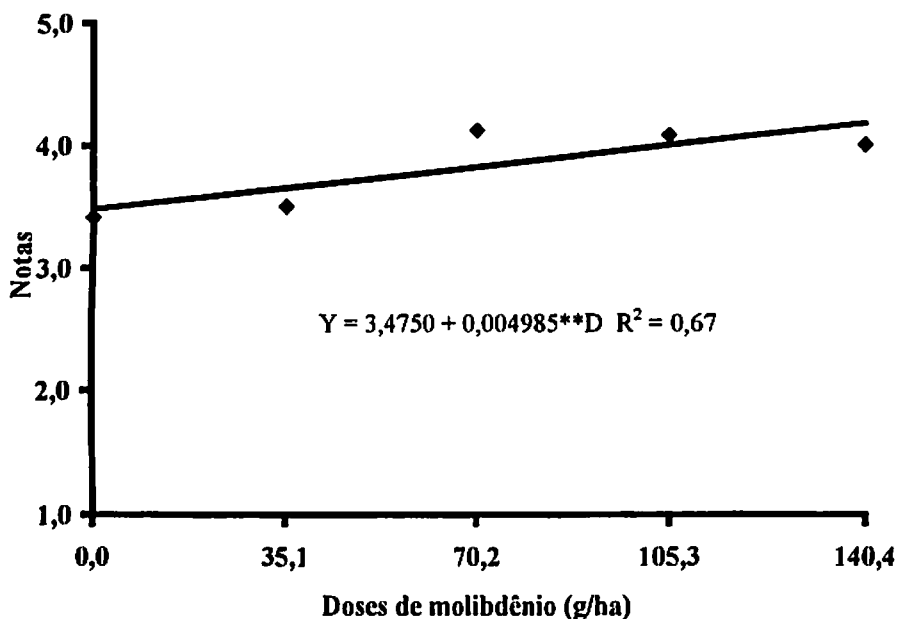


FIGURA 26. Conservação pós-colheita da parte comercial aos 28 dias após a colheita alface americana em função de doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.8 Teor de macronutrientes na parte comercial

#### 3.8.1 Nitrogênio

Os resultados evidenciaram efeitos significativos para doses de nitrogênio e molibdênio, independentemente, não apresentando efeitos positivos da interação (Tabela 14).

Para doses de nitrogênio ajustou-se um modelo quadrático, no qual a dose de 161,5 kg/ha de N adicional à dose empregada pelo produtor, proporcionou a maior concentração de nitrogênio na matéria seca da parte

comercial (Figura 27). O aumento da concentração de nitrogênio na planta com o incremento das doses de nitrogênio em alface é relatado por diversos autores (Barros, 1979; Fontes et al., 1997; Rushel, 1998, Alvarenga, 1999; Tei et al., 2000 e Silber et al., 2003).

TABELA 14. Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na parte comercial da alface em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFPA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		N	P	K
Blocos	2	0,0182	0,0018	0,0184
Nitrogênio (N)	3	0,7184**	0,0346 **	0,1607 **
Linear	1	1,8518 **	0,01019 **	0,2736 **
Quadrática	1	0,2653 *	0,0004 ns	0,0166 ns
Desvio da regressão	1	0,0383 ns	0,0016 ns	0,1037 ns
Molibdênio (Mo)	4	0,16 97 *	0,0151 **	0,1607 **
Linear	1	0,1062 ns	0,0496 **	0,0648 *
Quadrática	1	0, 5682 **	0,0031 *	0,2875 **
Desvio da regressão	2	0,0023 ns	0,0039 **	0,1452 **
Interação N x Mo	12	0,0661 ns	0,0025 **	0,0596 **
Resíduo	38	0,0658	0,0005	0,0161
C.V. (%)		8,32	4,98	3,93

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.



### 3.8.2 Fósforo

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 sobre essa característica, assim como sua interação (Tabelas 14 e 16). Verificaram-se, na ausência, assim como para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio efeitos lineares com o incremento das doses de nitrogênio (Figura, 29).

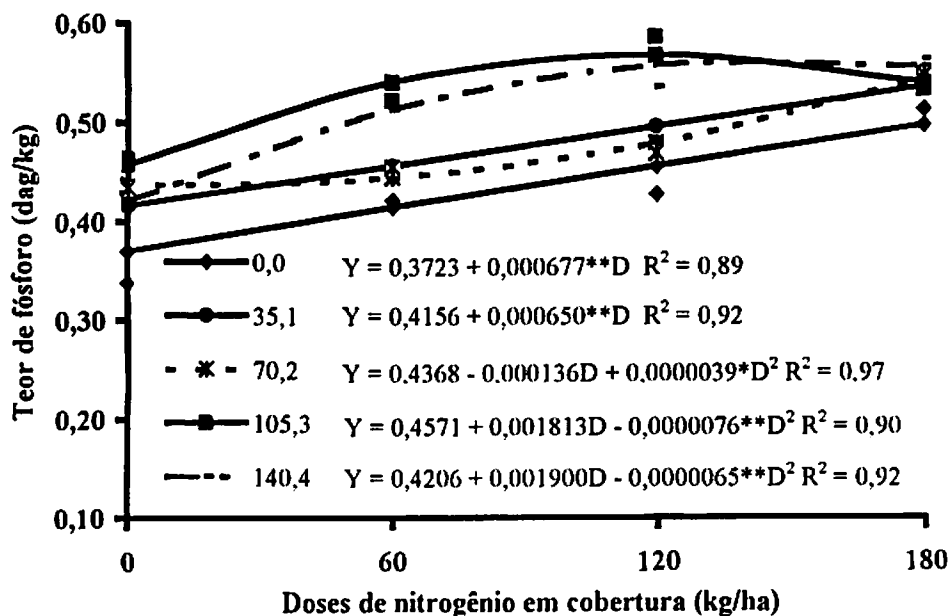


FIGURA 29. Teor de fósforo na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Para a dose de 70,2 g/ha de molibdênio obteve-se uma resposta quadrática com ponto de mínimo teor na dose adicional de 17,4 kg/ha de N. No que se refere às doses de 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio verificou-se que os maiores teores de fósforo foram alcançados com as doses 119,3 e 146,2 kg/ha de nitrogênio em cobertura (Figura 29). Esses resultados são similares aos observados por Alvarenga (1999) e Ruschel (1998), que observaram aumentos significativos no teor de fósforo da parte aérea da alface em função das doses de nitrogênio, cálcio e potássio. Em repolho, Pacheco (1996), verificou que os teores de fósforo apresentaram uma resposta linear para as doses de N e de composto orgânico, salientando que o aumento dos teores de fósforo em resposta às doses de N é explicado pelo fato de as plantas, supridas adequadamente com nitrogênio, aumentarem o volume de solo explorado com o sistema radicular, condição que permite maior absorção desse nutriente pouco móvel. Já Nannetti (2001), em pimentão, obtendo-se resultados concordantes, informa que já é conhecido o efeito sinérgico existente entre o nitrogênio e o fósforo. 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 e acima dos 0,44 dag/kg, encontrados para alface americana por Sanchez et al. (1988), considerados por Garcia et al. (1982) como dentro dos padrões de planta bem nutrida.

### 3.8.3 Potássio

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 (Tabelas 14 e 16). Desdobrando-se a interação não se observaram diferenças significativas dos tratamentos na ausência da adubação molibdica. Estabeleceu-se modelos lineares negativos (Figura 30) 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 uma redução no teor de potássio na parte comercial da

alface. Para a maior dose de 140,4 g/ha de molibdênio, estabeleceram-se um efeito quadrático no qual a dose de 76,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura propiciou o maior teor de potássio na parte comercial da alface (Figura 30).

De acordo com Reid (1980), Dibb & Thompson Jr. (1985) e 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. Em milho e repolho, os teores de potássio apresentaram forma de resposta quadrática com os incrementos das doses de N, segundo Ferreira (1997) e Pacheco (1996), respectivamente.

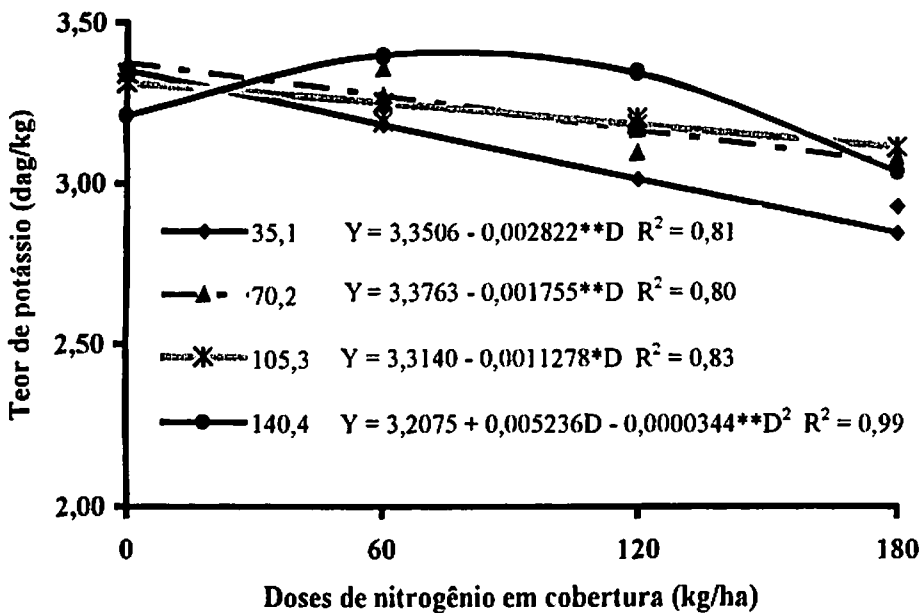


FIGURA 30. Teor de potássio na parte comercial da alface americana nas doses 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.8.4 Cálcio

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 (Tabelas 15 e 16). Desdobrando-se essa interação em função das doses de nitrogênio, na ausência da adubação molibídica estabeleceu-se um ajuste quadrático com ponto de máximo teor na dose de 124,6 kg/ha de nitrogênio em cobertura.

TABELA 15. Resumo da análise de variância para teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte comercial da alfaca em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Blocos	2	0,00001	0,00002	0,00004
Nitrogênio (N)	3	0,0134**	0,0002 *	0,0105 **
Linear	1	0,0240 **	0,0003 *	0,0300 **
Quadrática	1	0,0158 **	0,0003 *	0,0008 **
Desvio da regressão	1	0,0005 ns	0,00006 ns	0,0008 **
Molibdênio (Mo)	4	0,0282 **	0,0001 *	0,0007 **
Linear	1	0,0662 **	0,0001 ns	0,0020 **
Quadrática	1	0,0375 **	0,0004 **	0,0003 ns
Desvio da regressão	2	0,0045**	0,00001 ns	0,0002 ns
Interação N x Mo	12	0,0051 **	0,00007 ns	0,0003 *
Resíduo	38	0,0003	0,00005	0,00009
C.V. (%)		3,17	3,91	3,97

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio constataram-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, e para a maior dose de molibdênio (140,4 g/ha) a dose de 93,5 kg/ha de nitrogênio adicional promoveu o maior teor de cálcio (Figura 31). Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Regato et al. (1997) que verificaram um aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio, em alface, assim como os obtidos por Olsen et al. (1993), Silva (1998) e Nannetti (2001) em pimentão, em repolho por Pacheco (1996) e em milho por Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001). Ao contrário, Alvarenga (1999), não encontrou maior teor de cálcio com o incremento das doses de nitrogênio.

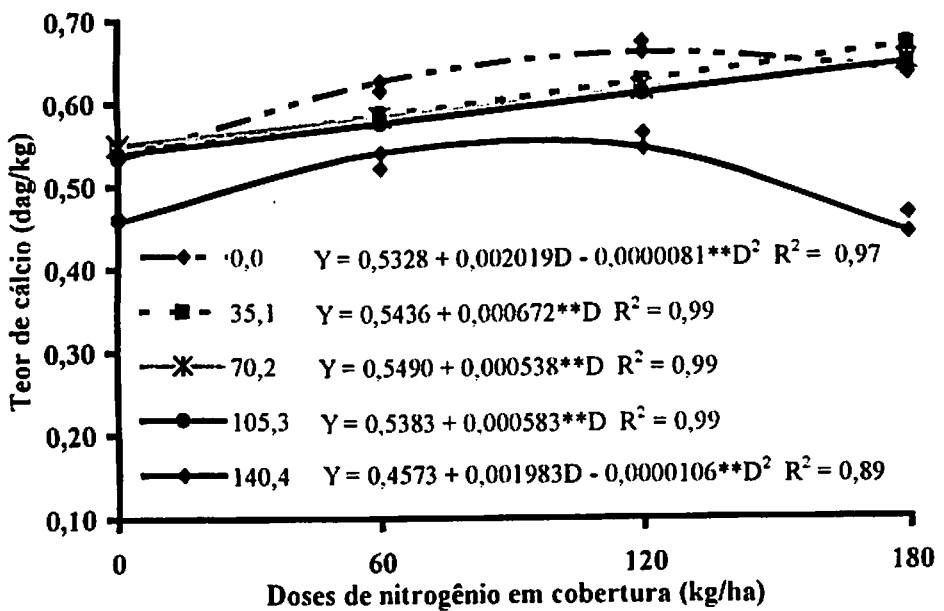


Figura 31. Teor de cálcio na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

TABELA 16. Resumo da análise de variância para os desdobramentos da interação nitrogênio x molibdênio para teor potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		K	P	Ca	S
N: 0,0 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,0201 ns	0,0248 **	0,0170 **	0,0141 **
Quadrática	1	0,0040 ns	0,0012 ns	0,0102 **	0,0008 ns
Desvio da regressão	2	0,0281 ns	0,0019 ns	0,0008 ns	0,0019 **
N: 35,1 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,43,01 **	0,0228 **	0,0244 **	0,0043 **
Quadrática	1	0,0300 ns	0,0018 ns	0,00008 ns	0,00008 ns
Desvio da regressão	2	0,0693 *	0,0001 ns	0,00008 ns	0,00008 ns
N: 70,2 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,1664 **	0,0176 **	0,0082 **	0,0074 **
Quadrática	1	0,0005 ns	0,0024 *	0,0013 ns	0,00007 ns
Desvio da regressão	2	0,0416 ns	0,0007 ns	0,00007 ns	0,00001 ns
N: 105,3 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,0686 *	0,0104 **	0,0183 **	0,0041 **
Quadrática	1	0,0030 ns	0,0090 **	0,0002 ns	0,00003 ns
Desvio da regressão	2	0,0109 ns	0,0005 ns	0,00004 ns	0,00001 ns
N: 140,4 g/ha Mo		4			
Linear	1	0,0510 ns	0,0290 **	0,0002 ns	0,0027 **
Quadrática	1	0,1850 **	0,0065 **	0,0176 **	0,0003 *
Desvio da regressão	2	0,0003 ns	0,0032 *	0,0021 ns	0,0001 ns

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

### 3.8.5 Magnésio

Os teores de magnésio receberam influência das doses de nitrogênio e de molibdênio de forma independente, sem ocorrer interação entre esses fatores (Tabela 15). Com as doses de nitrogênio observou-se efeito quadrático no qual a dose de 125,8 kg/h de N em cobertura propiciou o maior teor de magnésio na parte comercial da alface (Figura 32). Resultados obtidos por Souza (1990) em alho, Pacheco (1996) em repolho, Silva (1998) em pimentão, Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001) em milho, concluíram que a aplicação de nitrogênio resulta em maior absorção de magnésio.

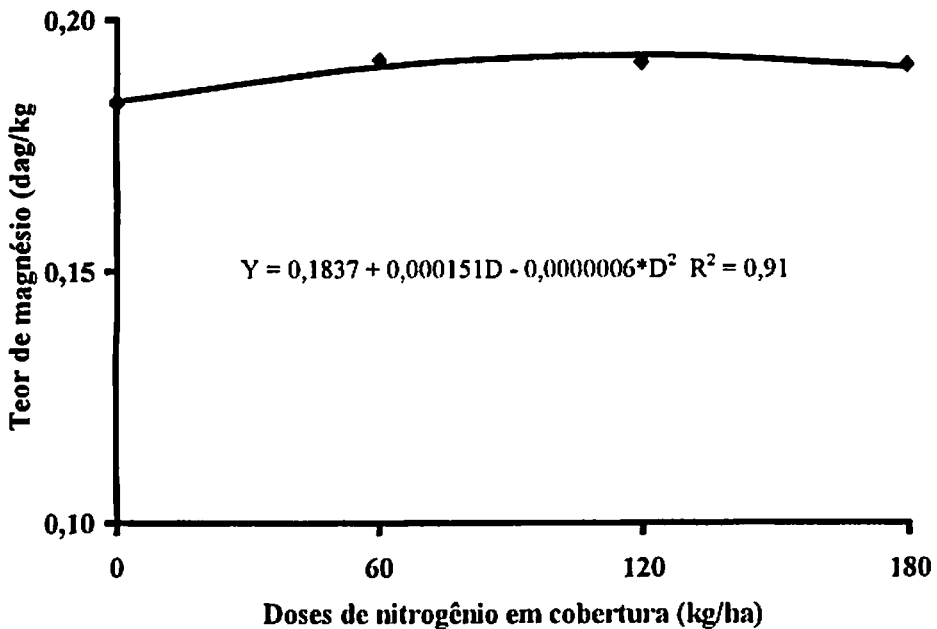


FIGURA 32. Teor de magnésio na parte comercial da alface americana em função das doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Resultados similares foram observados para doses de molibdênio ao qual se ajustou também um modelo quadrático em que se estimou a dose de 86,2 g/ha de Mo com a qual promoveu o maior retorno em teor de magnésio (Figura 33). 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 aumentou os teores de N total e de N orgânico, o que ocasionou melhor desenvolvimento e maior produtividade do feijão, em comparação às plantas não sujeitas a essa adubação, e que o molibdênio promoveu maior teor de magnésio nas folhas do feijão.

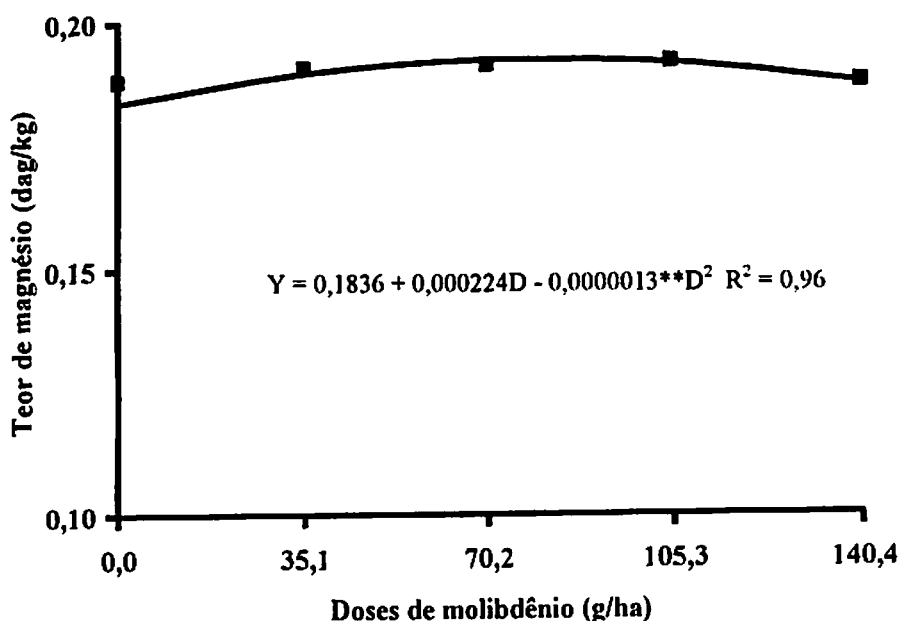


Figura 33. Teor de magnésio na parte comercial da alface americana em função das doses de molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.



### 3.8.6 Enxofre

O teor de enxofre na parte comercial da alface foi afetado significativamente pelo molibdênio, pelo nitrogênio e pela sua interação (Tabelas 15 e 16). Pela análise da interação molibdênio x nitrogênio constatarem-se efeitos lineares positivos, tanto na ausência da adubação molibídica, como para as doses de 35,1; 70,2 e 105,3 g/ha de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 34). Para a dose de 140,4 g/ha de molibdênio estabeleceu-se modelo com ponto de máximo teor do nutriente na dose de 168,6 kg/ha de nitrogênio em cobertura.

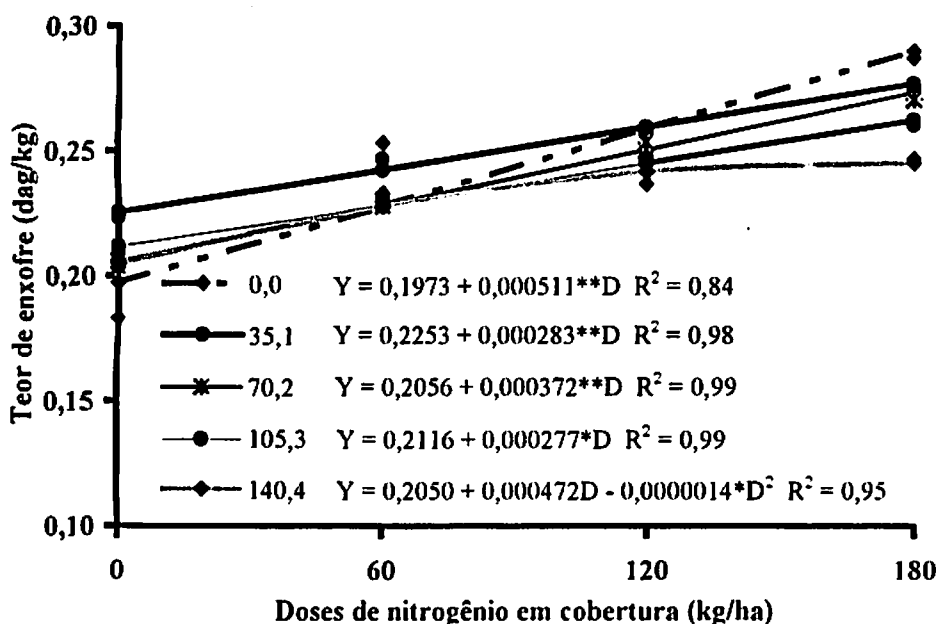


FIGURA 34. Teor de enxofre na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Com esses resultados observou-se um efeito positivo do molibdênio e nitrogênio na absorção de enxofre pelas plantas de alface, também relatado por Ruschel (1998). Alvarenga (1999), observou que tanto o cálcio como o nitrogênio contribuíram na diferenciação dos teores de enxofre encontrados nas folhas de maneira significativa. Em repolho, Pacheco (1996), em pimentão, Silva (1998) e em milho Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001) apresentaram resultados coerentes com os obtidos no presente trabalho, verificando um maior teor de enxofre com a aplicação de adubação nitrogenada. Alguns autores evidenciam um efeito sinérgico entre o N e o S como Zhao et al. (1993), Sharma et al. (1994) e Plessis & Agenbag (1994).

### **3.9 Teor de micronutrientes na parte comercial**

#### **3.9.1 Boro**

Os teores de boro na parte comercial da alface receberam influência de todas as fontes de variação, assim como da interação desses fatores (Tabelas 17 e 18). A análise da interação molibdênio x nitrogênio mostrou efeitos lineares positivos na ausência da adubação como para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio, as quais aumentaram linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 35). Nas doses de 70,2; 105,3 e 140,2 g/ha de molibdênio ajustaram-se modelos quadráticos com ponto de máximo teor de boro na dose de 82,7; 94,6 e 75,7 kg/ha de nitrogênio em cobertura, respectivamente.

TABELA 17. Resumo da análise de variância para teor de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), na parte comercial da alfaca em função das doses de nitrogênio e molibdênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	2	0,4513	0,0087	5,7437	116,48	6,7210
Nitrogênio	3	8,51**	19,90**	3911,60**	1489,29**	633,39**
Molibdênio	4	11,06**	1,86**	3180,54**	1046,91**	186,03**
N x Mo	12	3,74**	1,39 **	879,31**	568,26**	87,61**
Resíduo	38	0,5307	0,3199	22,9962	15,6322	9,0962
C.V. (%)		4,53	6,78	3,24	5,44	5,36

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

Esses resultados são corroborados por Alvarenga (1999) e Alvarenga et al. (2000), que observaram efeitos significativos nos teores de boro na parte aérea da alfaca com a aplicação de nitrogênio e cálcio. Assim como estão coerentes com os obtidos por Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001), que constataram como o incremento das doses de nitrogênio um maior teor de boro na parte aérea do milho.

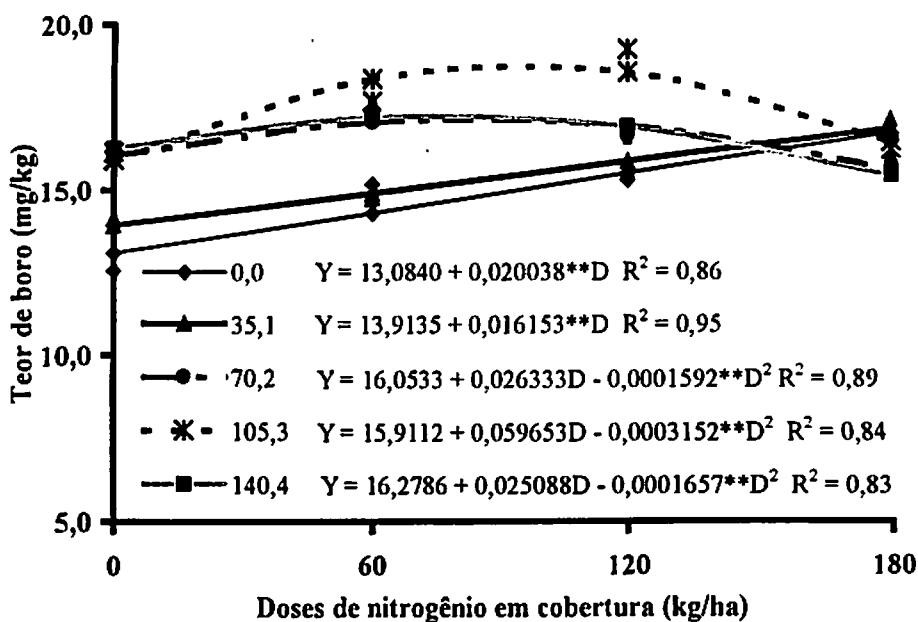


FIGURA 35. Teor de boro na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.9.2 Cobre

Os teores de cobre na parte comercial da alface receberam influência de todas as fontes de variação, assim como da interação desses fatores (Tabelas 17 e 18). A análise da interação molibdênio x nitrogênio ajustou modelos quadráticos com pontos de máximo teor de cobre. Na ausência da adubação com molibdênio, assim como para as doses de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha, ajustaram-se modelos quadráticos com pontos de máximo teor de cobre na parte comercial nas doses de 132,5; 114,1; 113,5; 110,9 e 108,1 kg/ha de nitrogênio em cobertura (Figura 36).

TABELA 18. Resumo da análise de variância para os desdobramentos da interação nitrogênio x molibdênio para teor boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), na parte comercial da alfaca. UFLA, Três Pontas, MG. 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
N: 0,0 g/ha Mo		4				
Linear	1	21,68**	30,160**	4724,16*	6767,06**	1625,72**
Quadrática	1	1,44ns	12,040**	1362,34**	140,22ns	25,34ns
Desvio da regressão	2	2,01ns	0,094 ns	295,26**	432,55**	108,38**
N: 35,1 g/ha Mo		4				
Linear	1	14,09**	1,976*	297,30**	557,47**	454,79**
Quadrática	1	0,72ns	7,533**	2007,77**	105,43*	18,52ns
Desvio da regressão	2	0,06ns	1,139ns	696,18**	10,14ns	4,22ns
N: 70,2 g/ha Mo		4				
Linear	1	0,29ns	4,256**	672,94**	33,61ns	0,002ns
Quadrática	1	3,94**	5,576**	332,43**	2180,78**	118,18**
Desvio da regressão	2	0,52ns	0,057ns	31,94ns	730,31**	0,01ns
N: 105,3 g/ha Mo		4				
Linear	1	0,45ns	2,024*	5052,12**	72,29*	243,04**
Quadrática	1	15,45**	3,328**	2941,25**	147,00**	92,07**
Desvio da regressão	2	3,14 *	1,653*	77,08ns	13,17ns	9,188ns
N: 140,4 g/ha Mo		4				
Linear	1	1,21ns	1,816*	440,21**	7,84ns	164,73**
Quadrática	1	4,27 **	4,013**	1128,69**	106,92**	51,50*
Desvio da regressão	2	1,153 ns	0,752ns	33,69ns	0,28ns	35,82*

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

ns - Não-significativo.

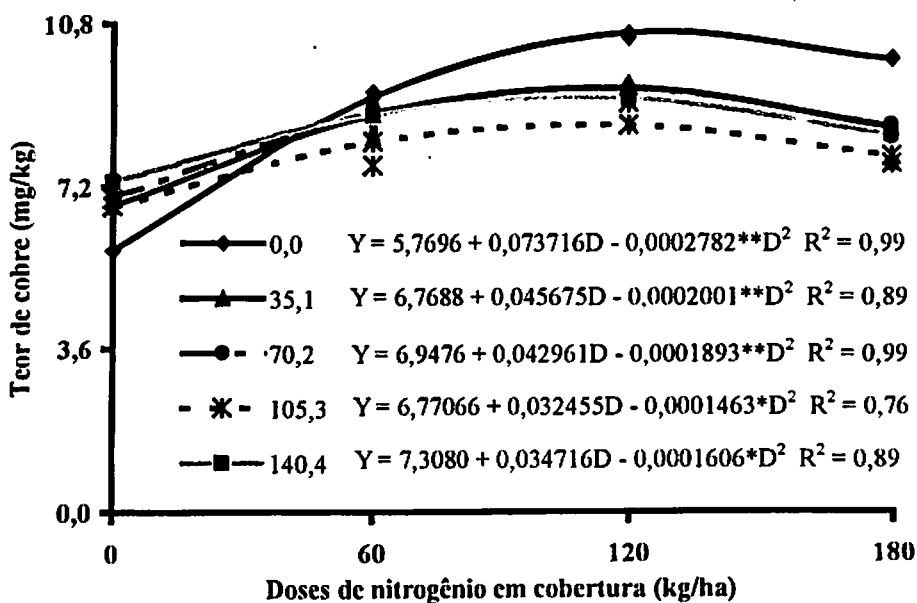


FIGURA 36. Teor de cobre na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Alvarenga (1999) e Alvarenga et al. (2000) não encontraram aumento no teor de cobre em alface submetida a doses crescentes de nitrogênio e cálcio. No entanto, Thompson (1962), Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001) em milho e Stratton et al. (2001), em *Ligustrum*, relatam um aumento linear no teor de cobre com as doses de nitrogênio. Segundo Santos (1991) há entre o  $MoO_4^{2-}$  e  $Cu^{2+}$  um efeito de inibição não competitiva, isto é, o inibidor se combina com o sítio não ativo do carregador. Parece que tanto o cobre inibe a absorção de molibdênio, quanto o molibdênio a do cobre.

### 3.9.3 Ferro

Observou-se um efeito significativo das doses de nitrogênio, molibdênio e da interação N x Mo sobre o teor de ferro na parte comercial da alface (Tabelas 17 e 18). O desdobramento da interação em função das doses de nitrogênio (Tabela 18) ajustou para todas as doses de molibdênio modelos quadráticos com pontos de máximo teor de ferro (Figura 37).

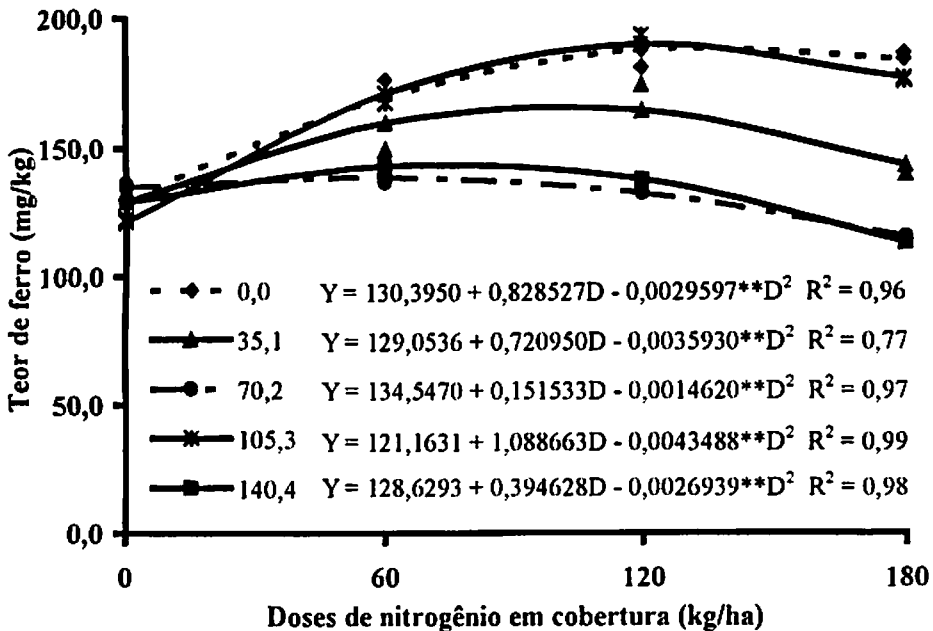


FIGURA 37. Teor de ferro na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

Na ausência da adubação com molibdênio verificou-se a dose de 140,0 kg/ha de nitrogênio em cobertura como a que proporcionou o maior teor de ferro. Para as doses de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio estimaram-se as doses 119,6; 95,6; 99,1 e 95,8 kg/ha de N em cobertura, respectivamente,

como as que proporcionaram o maior teor. Em repolho, Pacheco (1996) observou que os teores de ferro na cabeça aumentaram em forma de resposta linear com as doses de N aplicadas. Assim como Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001) obtiveram com a adubação nitrogenada maior teor de Fe na parte aérea de plantas de milho. O aumento acentuado no teor de ferro pode estar relacionado à participação do Mo no metabolismo do ferro (Gupta & Lipsett, 1981), atuando em sua absorção e transporte (Malavolta et al., 1991).

#### 3.9.4 Manganês

A análise do teor de manganês na parte comercial da alface revelou efeito significativo das doses de nitrogênio e molibdênio e da sua interação (Tabelas 17 e 18). Pelo desdobramento da interação, verificou-se na ausência da adubação com molibdênio uma resposta linear com o incremento das doses de nitrogênio em cobertura. Para as doses de 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio estimaram-se as doses 151,7; 93,3; 98,6 e 97,3 kg/ha de N em cobertura, respectivamente, como as que proporcionaram o maior teor de Mn na parte comercial (Figura 38). Também em alface americana, Alvarenga (1999) não encontrou aumento no teor de Mn submetida a doses crescentes de nitrogênio e cálcio, salientando ser esta positiva apenas com a idade da planta. Respostas semelhantes foram encontradas em milho por Gallo et al. (1976), Terman & Allen (1974), Ferreira (1997) e Ferreira et al. (2001), os quais verificaram um aumento na absorção de manganês na planta com a adubação nitrogenada e por Stratton et al. (2001) em *Ligustrum*.



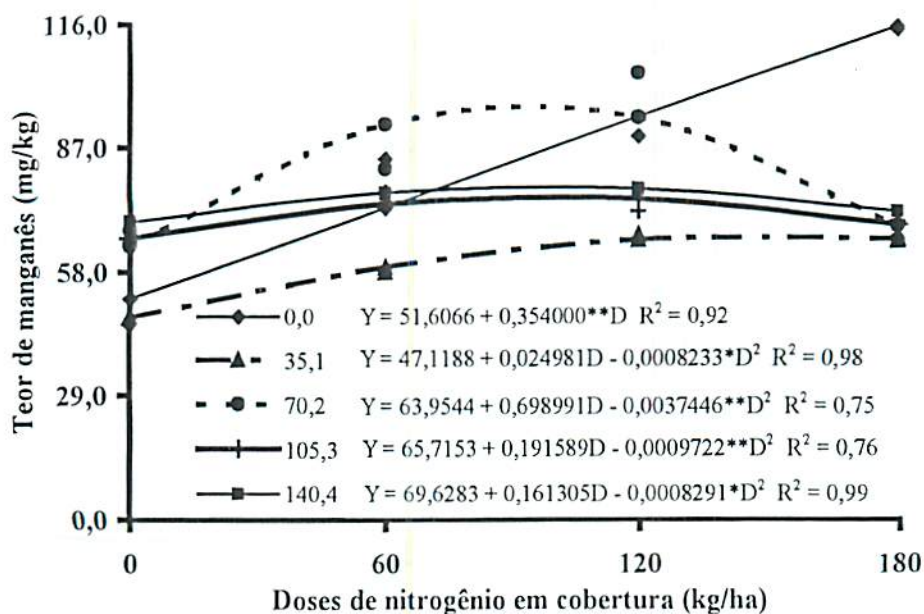


FIGURA 38. Teor de manganês na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

### 3.9.5 Zinco

Conforme pode ser visto pelas Tabelas 17 e 18, houve influência significativa das doses de nitrogênio e molibdênio e da interação desses fatores no teor de zinco na parte comercial da alface. Desdobrando-se a interação molibdênio x nitrogênio (Tabela 18), verificou-se um efeito linear positivo na ausência assim como para a dose de 35,1 g/ha de molibdênio, a qual aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio em cobertura (Figura 39). Para as doses de 70,2, 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio foram ajustados modelos quadráticos com pontos de máximo teor de zinco na parte comercial,

nos quais se obtiveram as doses adicionais de 90,1; 133,6 e 138,0 kg/ha de nitrogênio em cobertura como as que propiciariam os maiores teores de zinco. Em repolho, Pacheco (1996), informa que os teores de zinco na cabeça aumentaram em forma de resposta linear com as doses de N e de composto orgânico. Diversos outros autores também observaram o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o teor zinco na parte aérea em batata (Soltanpour, 1969), em milho (Terman & Allen, 1974; Gallo et al., 1976 e Ferreira, 1997; Ferreira et al., 2001) e em *Ligustrum* (Stratton et al., 2001).

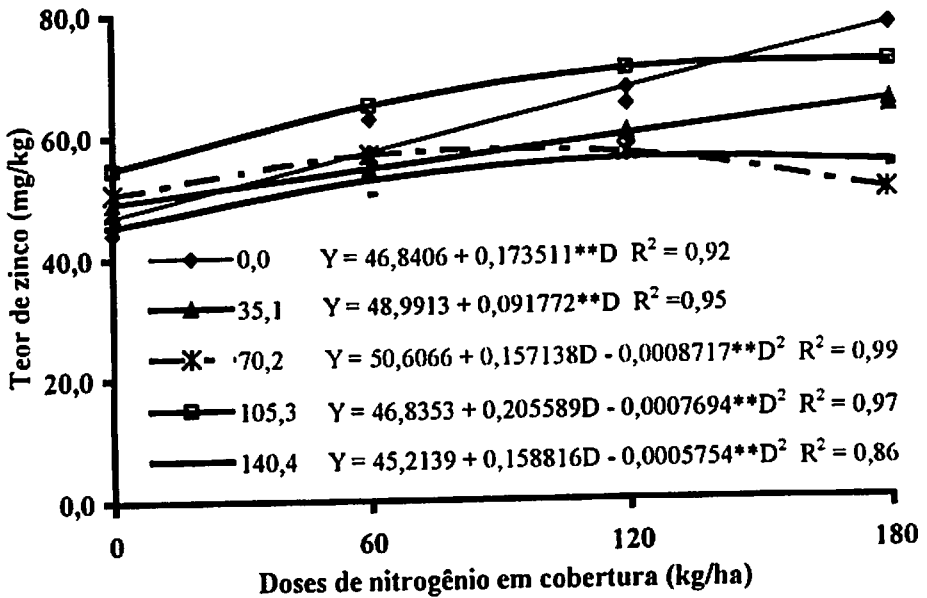


FIGURA 39. Teor de zinco na parte comercial da alface americana nas doses 0,0; 35,1; 70,2; 105,3 e 140,4 g/ha de molibdênio, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, UFLA, 2003.

#### 4 CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados conclui-se:

- As doses adicionais de 74,8 a 106,4 kg/ha de nitrogênio em cobertura promoveram os maiores rendimentos de massa fresca comercial variando em função das aplicações de molibdênio.
- As doses adicionais de nitrogênio em cobertura e de molibdênio influenciaram significativamente na circunferência da cabeça comercial, não se observando efeitos sobre o comprimento do caule.
- Um maior teor de matéria seca na parte comercial foi alcançado com as doses de 95,9 kg/ha de nitrogênio adicional e 75,3 g/ha de molibdênio.
- As doses de nitrogênio em cobertura adicional e de molibdênio afetaram linearmente a conservação pós-colheita aos 28 dias, sendo que aos 35 dias a dose de 150 kg/ha de nitrogênio evidenciou a melhor conservação pós-colheita da alface.
- A aplicação de nitrogênio e molibdênio influenciaram significativamente no aumento dos teores dos macronutrientes e micronutrientes, à exceção do teor de potássio que evidenciou com o incremento das doses redução nos seus teores, no entanto, estes efeitos foram de pequena magnitude do ponto de vista da nutrição de plantas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. A. R. 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. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C.; SOUZA, R. J. DE; CARVALHO, J. G. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 4, p. 905-916, out./dez. 2000.
- ALVES, D. R. B. A. Efeito de adubação nitrogenada via fertirrigação e aplicação de forma convencional na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa. 1996. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- BARROS, I. B. I. Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo, e da aplicação de molibdênio em alface (*Lactuca sativa* L.). 1979. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas climatológicas - 1961-1990. Brasília: MARA, 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, n. 147, v. 3, p. 519-526, Sept. 2000.
- BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDINI, J. B.; FORNASIER, J. B.; PEDRO Jr., M. J. Temperaturas básicas para alface, cultivar White Boston, em sistemas de unidades térmicas. *Bragantia*, Campinas, v. 19, n. 35, p. 213-219, 1976.
- BUENO, C. R. Efeito da adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a cultura da alface tipo americana em ambiente protegido. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARBALLO, S. J.; BLANKENSHIP, S. M.; SANDERS, D. C. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 17, n. 7, p. 1175-1191, 1994.

CASALI, V. W. D.; SILVA, R. F. de; RODRIGUES, J. J. V.; SILVA, J. F. da; CAMPOS, J. P. de Anotações de aula teórica sobre produção de alface. Viçosa: UFV, 1979. 21 p. (Mimeografado).

CÁSSERES, E. Producción de hortalizas. São José - Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. 387 p.

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.

COELHO, F. C.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P. R.; CASSINI, S. T. A. Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em monocultivo e em consórcio: I. Efeitos sobre o feijão. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 45, n. 260, p. 393-407, jul./ago. 1998.

CONTI, J. H. Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão. 1994. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

DIBB, D. W.; THOMPSON, Jr., 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. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979. 1 v., n. p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produtividade de Informações (SPI), 1999. 412 p.

FERREIRA, A. C. B. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001.

FERREIRA, A. C. B. Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutrientes no milho. 1997. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; CONDE, R. M. Critical chlorophyll, total nitrogen, and nitrate-nitrogen in leaves associated to maximum lettuce yield. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 20, n. 9, p. 1061-1068, 1997.

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.

GALLO, J. R.; IGUE, T.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; MIRANDA, L. E. C. Influência do uso contínuo de fertilizantes na nutrição mineral do milho híbrido IAC Hmd/6999B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1976, Campinas, SP. Anais... Campinas: SBCS, 1976.

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; NETO, V. D. 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, p. 349-62, 1982.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, New York, v. 34, p. 73-115, 1981.

IBGE. Organização do território - vilas e cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 de fev. 2003.

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K.; CHANEY, W. Iceberg lettuce production in California. Disponível em: <<http://www.anrcatalog.ucdavis.edu>>. Acesso em: 23 fev. 2004.

KALIL, A. J. B. Comparação entre adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca saliva* L.). 1992. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

KNAVEL, D. E. The influences on pepper transplant growth and yielding of plants grown with different levels of soil nitrogen. *Journal American Society of Horticultural Science*, Madison, v. 102, n. 5, p. 533-535, Sept. 1977.

LENANO, F. Como se cultivam las hortalizas do hojas. Barcelona: Editorial Vecchi, 1973. 228 p.

MALAVOLTA, E.; BQARETTO, A. F.; PAULINO, V. T. Micronutrientes - uma visão geral. In: FERREIRA, M. E. CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 1-33

McPHARLIN, I. R.; AYLMOORE, P. M.; JEFFERY, R. C. Nitrogen requirements 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.

MOTA, J. H. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. 1999. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistente ao mosaico e ao calor. Brasil-303 e 311. *Revista de Olericultura*, Campinas, v. 18, p. 14-21, 1980.

NANNETTI, D. C. Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão. 2001. 184 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NOVELINO, J. O.; CHAVES, J. F. Aplicação de molibdênio e boro em couve-flor. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 68, maio 1987.

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.

PACHECO, D. D. Índices de disponibilidade de nitrogênio, teores de nitrato e de vitamina C, composição mineral e produção de repolho em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e molibdênio. 1996. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PESSOA, A. C. dos S. Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo. 1998. 151 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIRES, A. A. Parcelamento e época de aplicação de molibdênio na cultura do feijoeiro. 2203. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

POULSEN, N.; SORENSEN, J. N.; JOHANSEN, A. S. Influence on growth conditions on the value of crisphead lettuce. 2. Weight losses during storage as affected by nitrogen, plant age and cooling system. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 46, n. 1, p. 13-18, July 1994.

REGATO, M.; VARENNES, 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, Jul./Set. 1997.

REID, D. The effects on rates of potassium application on the production and quality of herbage from a perennial ryegrass sward receiving a wide range of nitrogen rates. *Journal Agricultural Sciences*, Cambridge, v. 95, n. 1, p. 8-100, Aug. 1980.

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.

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar com molibdênio em alface americana (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2000, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 373, jul. 2003a. Suplemento 1.

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar com silício em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 374, jul. 2003b. Suplemento 1.



RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 562-567, jul./set. 2003c.

ROBINSON, R. W.; McCREIGHT, J. D.; RYDER, J. E. The genes of lettuce and closely related species. In: JANICK, J. (Ed.). *Plant breeding reviews*. Westport: AVI, 1983. v. 1, 397 p.

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 p. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

RYDER, E. J. Lettuce breeding. In: *Breeding vegetables crops*. Westport: AVI, 1986. p. 433-474.

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.

SANTOS, O. S. Molibdênio. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Eds.). *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba: POTAFQS/CNPq, 1991. p. 191-217.

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.

SILBER, A.; XU, G.; LEVKOVITCH, S.; SORIANO, S.; BILU, A.; WALLACH, R. High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. *Plant and Soil*, The Hague, v. 253, n. 2, p. 467-477, June 2003.

SILVA, M. A. G. Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido. 1998. 86 p. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

SOLTANPOUR, P. N. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition of potatoes. *Agronomy Journal*, Madison, v. 61, n. 2, p. 288-289, Mar./Apr. 1969.

SOUZA, R. J. de. Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.). 1990. 143 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

STRATTON, M. L.; GOOD, G. L.; BARKER, A. V. The effects of nitrogen source and concentration on the growth and mineral composition of privet. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 124, n. 11, p. 1745-1772, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 2. ed. [S. l.]: Sinauer Associates, 1998. 794 p.

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.

TERMAN, G. L.; ALLEN, S. E. Accretion and dilution of nutrients in young corn as affected by yield response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Soil Science Society American Proceedings*, Madison, v. 38, n. 3, p. 455-460, May/June 1974.

THOMPSON, H. C. *Lettuce varieties na culture*. Washington: USDA, 1944. 38p. (Farmer's Bulletin, 1953)

THOMPSON, J. W. Effects of fertilizers and soil amendments on mineral constituents of maize. *Soil Science*, Baltimore, v. 94, n. 5, p. 323-330, May 1962.

THOMPSON, T. L.; DOERGE, T. A. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: II. Agronomic, economic, and environmental outcomes. *Soil Science Society of American Journal*, Mount, v. 60, n. 1, p. 168-173, Jan./Feb. 1996a.

THOMPSON, T. L.; DOERGE, T. A. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: I. Plant response. *Soil Science Society of American Journal*, Mount, v. 60, n. 1, p. 163-168, Jan./Feb. 1996b.

Van RAIJ, B.; 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).

VIGGIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P. D. (Org.). **Produção de sementes de Hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 1-15.

WALWORTH, J. L.; CARLING, D. E.; MICHAELSON, G. G. Nitrogen sources and rates for direct-seeded and transplanted head lettuce. **Hortscience**, Alexandria, v. 27, n. 3, p. 228-230, Mar. 1992.

WHITAKER, T. W.; RYDER, J. E. **Lettuce production in the United States**. Washington: USDA, 1974. 43 p. (USDA. Washington Agriculture Handbook, 221)

YURI, J. E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do Sul de Minas Gerais**. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar de boro para alface americana em cultivo de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2003a. (no prelo).

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de.; CARVALHO, J. G. de. Resposta da alface americana (*Lactuca sativa* L.) a doses e épocas de aplicação silicato de potássio em cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 2, p. 372, jul. 2003b. Suplemento 1.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; GONÇALVES, L. D.; SOUZA, R. J. de. Efeito de doses de molibdênio via foliar na produtividade de alface americana (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia, MG. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 2, p. 279, jul. 2002a. Suplemento.

YURI, J. E.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 2, p. 229-232, jun. 2002b.

ZHAO, F. J.; EVANS, E. J.; BILSBORROW, P. E.; SYERS, J. K. Sulphur uptake and distribution in double and single low varieties of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Plant and Soil*, The Hague, v. 150, n. 1, p. 69-76, Mar. 1993.