

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DA ALFACE TIPO AMERICANA,
cv. Raider, NO VERÃO E NO INVERNO, EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E
POTÁSSIO EM COBERTURA

JONY EISHI YURI

2004

JONY EISHI YURI

**PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA
ALFACE TIPO AMERICANA, cv. Raider, NO VERÃO E NO INVERNO,
EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM
COBERTURA**

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. Rovilson José de Souza

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004**

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

Yuri, Jony Eishi

Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura / Jony Eishi Yuri. - Lavras : UFLA, 2004.

139 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Alface. 2. Adubação nitrogenada. 3. Adubação potássica. 4. Produtividade. 5. Composição mineral. 6. Conservação pós-colheita. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.52894

JONY EISHI YURI

**PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA
ALFACE TIPO AMERICANA, cv. Raider, NO VERÃO E NO INVERNO,
EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM
COBERTURA**

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 4 de março de 2004

Profª. Drª. Janice Guedes de Carvalho	UFLA
Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade	UFLA
Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva	UNIFENAS
Prof. Dr. Wagner Pereira Reis	UFLA
Pesq. Dr. Francisco Dias Nogueira	EPAMIG

Prof. Dr. Rovilson José de Souza
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004**

Aos meus pais, Toshio e Yumiko Yuri, pelo amor e incentivo.

À minha esposa, Marisa, pela compreensão, dedicação, incentivo e amor.

À minha filha, Luiza, pela ternura e alegria.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor e orientador Rovilson José de Souza, pela orientação e amizade.

À Refricon Mercantil Ltda., na pessoa do Sr. Edson Kondo, pela oportunidade concedida, apoio, confiança e amizade.

Aos professores Janice Guedes de Carvalho, Messias José Bastos de Andrade, Wagner Pereira Reis e Ernani Clarete da Silva e ao pesquisador Francisco Dias Nogueira, pelas sugestões e correções deste trabalho.

Ao Sr. Luis Yabase, pelo constante apoio e amizade.

Aos colegas e amigos Geraldo Milanez de Resende, José Hortêncio Mota, Hugo A. Mesquita, Juarez C. Rodrigues Júnior, Cleber e José Rafael, pelo auxílio na execução dos experimentos, companheirismo e amizade.

Ao produtor José Cláudio B. Nogueira, por ceder a área para a realização do trabalho.

Ao Adalberto, pelas análises químicas.

E a todas as pessoas que não foram citadas, mas que em algum momento contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, o meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	I
ABSTRACT	Ii
CAPÍTULO 1	1
1 Introdução Geral	1
2 Referencial Teórico	3
2.1 Origem e botânica da alface	3
2.2 Nutrição mineral da alface	4
2.2.1 Importância do nitrogênio	4
2.2.2 Importância do potássio	5
2.3 Exigência nutricional da alface	7
2.4 Influência da temperatura na produção de alface	8
2.5 Pós-colheita da alface	10
3 Referências Bibliográficas	12
CAPÍTULO 2: Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura	17
Resumo	17
Abstract	18
1 Introdução	19
2 Material e Métodos	20
2.1 Localização do experimento	20
2.2 Clima e solo	20
2.3 Preparo da área experimental	21
2.4 Preparo das mudas e transplante	22
2.5 Condução da cultura	22
2.6 Caracterização do experimento	23
2.7 Avaliações	24
2.8 Análise estatística	26
3 Resultados e Discussão	27
3.1 Massa fresca da parte aérea	27
3.2 Massa fresca da parte comercial	29
3.3 Circunferência da cabeça comercial	31
3.4 Comprimento de caule da parte comercial	33
3.5 Conservação pós-colheita	34
3.6 Teor de macronutrientes na parte comercial	37

3.6.1 Teor de nitrogênio	37
3.6.2 Teor de fósforo	40
3.6.3 Teor de potássio	42
3.6.4 Teor de cálcio	44
3.6.5 Teor de magnésio	45
3.6.6 Teor de enxofre	47
3.7 Teor de micronutrientes na parte comercial	48
3.7.1 Teor de boro	48
3.7.2 Teor de cobre	50
3.7.3 Teor de ferro	52
3.7.4 Teor de manganês	54
3.7.5 Teor de zinco	55
4 Conclusões	57
5 Referências Bibliográficas	58
CAPÍTULO 3: Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura	61
Resumo	61
Abstract	62
1 Introdução	63
2 Material e Métodos	64
2.1 Localização do experimento	64
2.2 Clima e solo	64
2.3 Preparo da área experimental	65
2.4 Preparo das mudas e transplante	66
2.5 Condução da cultura	66
2.6 Caracterização do experimento	67
2.7 Avaliações e análise estatística.....	67
3 Resultados e Discussão	68
3.1 Massa fresca da parte aérea	68
3.2 Massa fresca da parte comercial	70
3.3 Circunferência da cabeça comercial	72
3.4 Comprimento de caule da parte comercial	73
3.5 Conservação pós-colheita	74
3.6 Teor de macronutrientes na parte comercial	77
3.6.1 Teor de nitrogênio	77
3.6.2 Teor de fósforo	79
3.6.3 Teor de potássio	81
3.6.4 Teor de cálcio	83
3.6.5 Teor de magnésio	85

3.6.6 Teor de enxofre	86
3.7 Teor de micronutrientes na parte comercial	88
3.7.1 Teor de boro	88
3.7.2 Teor de cobre	90
3.7.3 Teor de ferro	92
3.7.4 Teor de manganês	93
3.7.5 Teor de zinco	95
4 Conclusões	97
5 Referências Bibliográficas	98

RESUMO

YURI, Jony Eishi **Produção, nutrição e conservação pós-colheita de alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura.** 2004. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação de N e K em cobertura sobre a produtividade, composição mineral e conservação pós-colheita da alface tipo americana (*Lactuca sativa* L.), cv. Raider, em duas diferentes épocas do ano. Os experimentos foram conduzidos no município de Três Pontas, MG, e as avaliações nutricionais e de pós-colheita, realizadas na Universidade Federal de Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio, fonte: uréia, (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) e quatro doses de K₂O, fonte: KCl, (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹), adicionais às doses aplicadas em cobertura pelo produtor, com três repetições. Nas condições de verão, verificou-se para a massa fresca total da parte aérea que a dose de 48,6 kg ha⁻¹ de N associado à dose de 180,0 kg ha⁻¹ de K₂O promoveu o maior rendimento. A dose de 119,3 kg ha⁻¹ de N na ausência de K₂O em cobertura adicional promoveu as melhores respostas em relação à massa fresca da parte comercial e circunferência da cabeça. Em relação à conservação pós-colheita, após 14 dias, a dose de 103,6 kg ha⁻¹ de N em adubação de cobertura adicional promoveu o melhor resultado. Aos 21 dias, as doses de 97,5 kg ha⁻¹ de N e de 122,2 kg ha⁻¹ de K₂O possibilitaram melhor conservação pós-colheita. Em termos nutricionais, a cultura apresentou um bom estado nutricional, com teores de macro e micronutrientes dentro dos limites considerados normais. Nas condições de inverno, a dose 92,1 kg ha⁻¹ de N associada à dose de 60,0 kg ha⁻¹ de K₂O permitiu um melhor desempenho em relação à massa fresca da parte comercial. Constatou-se que a dose de 111,6 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura adicional obteve a melhor qualidade pós-colheita. Os teores de macro e micronutrientes apresentaram-se dentro dos limites considerados normais, com exceção do manganês, que apresentou valores mais baixos.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

ABSTRACT

YURI, Jony Eishi. **Yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce, cv. Raider, in the summer and winter, in function of nitrogen and potassium application after transplanting fertilization.** 2004. 100 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The present work had the objective of evaluating the effects of nitrogen and potassium fertilization on the yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L), cv. Raider, under summer condition of south of Minas Gerais, Brazil. The experiments were carried out in Três Pontas city, State of Minas Gerais and the nutritional and post harvest evaluations were realized at Federal University of Lavras. Four doses of N, source: urea, (0; 60; 120 and 180 kg ha⁻¹) and four doses of K₂O, source: KCl, (0; 60; 120 and 180 kg ha⁻¹), applied in addition to the dose commonly used by the grower, were evaluated in a randomized complete block experimental design (4 x 4 factorial scheme), with three replications. In the summer condition it was observed that for the total fresh matter, the dose of 48.6 kg ha⁻¹ of N associated to the dose of 180.0 kg ha⁻¹ of K₂O led to the greatest yield. The dose of 119.3 kg ha⁻¹ of N without K₂O applied in addition led to the best responses in relation to commercial fresh matter and head circumference. In relation to the post harvest conservation, after 14 days, the dose of 103.6 kg ha⁻¹ of N in top fertilization applied in addition led to the best results. After 21 days, the doses of 97.5 of N and 122.2 kg ha⁻¹ of K₂O permitted better post harvest conservation. In nutritional terms, the crisphead lettuce presented a good nutritional condition, with macro and micronutrients within the normal levels. In the winter conditions, the dose 92.1 kg ha⁻¹ of N associated to the dose of 60.0 kg ha⁻¹ of K₂O permitted the greatest performance in relation to the commercial fresh matter. The additional dose of 111.6 kg ha⁻¹ of K₂O permitted the greatest conservation quality. The macro and micronutrient quantities were within the normal levels, except the manganese which presented low quantity.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Major Professor),
Janice Guedes de Carvalho - UFLA.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ALFACE TIPO AMERICANA, cv. Raider, NO VERÃO E NO INVERNO, EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM COBERTURA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais difundida atualmente, sendo cultivada em quase todos os países. Segundo a FAO (2002), foram produzidos no mundo 17,28 milhões de toneladas de alface, em uma área de 791.144 ha em 2000. No Brasil, o IBGE (2000) informa que no ano de 1996 houve uma produção de 311.887 toneladas de alface, no valor de 152.347 milhões de reais. Desse total, cerca de 173.000 toneladas foram produzidas no Estado de São Paulo, ocupando uma área de 7.859 ha e gerando 6.360 empregos (Meirelles, 1998).

No início da década de 80 foi introduzido no Brasil um novo grupo de alface repolhuda crespa, conhecida como alface tipo americana, que se diferencia dos demais por apresentar folhas externas de coloração verde-escura, folhas internas de coloração amarela ou branca, imbricadas, semelhantes ao repolho e crocantes (Yuri et al., 2002). A sua grande aceitação pelas redes de “fast foods” ocorreu principalmente pela capacidade de manter-se crocante, quando em contato com altas temperaturas, no interior dos sanduíches e também por conservar-se por um período de tempo maior após a colheita, isto é, apresentar maior capacidade de transporte e armazenamento (Decoteau et al., 1995). Quanto aos valores nutricionais, apresenta elevados teores de vitaminas e sais minerais, além do baixo teor de calorias (Katayama, 1993).

A alface tipo americana vem adquirindo importância crescente no País. Apenas para abastecer uma grande rede de lanchonetes, têm-se produzido aproximadamente 7.800 toneladas anualmente. Em 2001, entre os diferentes

tipos de alface comercializados na CEAGESP, 29,6%, ou seja, 7.550 toneladas foram representadas pela alface-americana (CEAGESP, 2001).

O processo produtivo brasileiro passa por uma fase em que a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade são aspectos que precisam ser levados em conta. O mercado consumidor, por sua vez, vem exigindo cada vez mais produtos agrícolas de qualidade. Dentro desse contexto, o estudo da nutrição mineral de plantas torna-se preponderante, pois se sabe que a adubação das culturas influencia não somente a produtividade, mas também a qualidade final do produto.

Outra constatação é que as plantas se comportam de forma diferenciada em relação à absorção de nutrientes, em função da época de produção. No caso da alface tipo americana, por se tratar de uma cultura típica de inverno, durante essa época observa-se maior eficiência na absorção e, conseqüentemente, na produtividade e qualidade pós-colheita. Por outro lado, nas condições de verão, o comportamento da planta e sua necessidade nutricional é modificada, ocorrendo reduções na produtividade e qualidade. Apesar disso, na maioria das vezes, as mesmas doses de fertilizantes são utilizadas nas duas épocas de cultivo, enfatizando a necessidade de pesquisas sobre o assunto, que servirão de base para que os fertilizantes sejam usados pelos produtores de forma mais racional e econômica, além de evitar problemas de solo, como excesso de sais.

Assim, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de N e K em adubação de cobertura sobre a produção, nutrição e qualidade pós-colheita da alface tipo americana (*Lactuca sativa* L.), cv. Raider, nas condições de verão e inverno, no sul de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e botânica da alface

A alface tipo americana (*Lactuca sativa* L.) é uma planta tipicamente herbácea da família Asteraceae, possuindo um caule muito curto, no qual estão inseridas as folhas. Apresenta cabeça compacta, com folhas imbricadas e nervuras salientes, semelhantes a um repolho. A coloração das folhas externas é verde-escura e a parte interna apresenta coloração creme-amarelada e aspecto crocante. A raiz principal pode atingir até 60 cm de profundidade (raiz pivotante); porém, para efeitos práticos de adubação e irrigação, deve-se considerar o maior volume do sistema radicular, que é composto por ramificações finas, curtas e superficiais, que exploram os primeiros 25 cm do solo (Yuri et al., 2002).

Essa hortaliça foi muito popular na antiga Roma e, provavelmente, foram os romanos que a introduziram no norte e oeste da Europa (Davis et al., 1997). Com o seu cultivo, a alface rapidamente difundiu-se para a França, Inglaterra e, posteriormente, para toda a Europa, mostrando se tratar de uma cultura popular e de uso extensivo. Com a descoberta do Novo Mundo, foi introduzida nas Américas, sendo cultivada no Brasil desde 1647 (Ryder & Whitaker, 1976; Casali et al., 1979). Segundo Sanders (1999), nos Estados Unidos, a alface tipo americana é considerada o mais importante vegetal para ser consumido em forma de salada, tendo um consumo "per capita" superior a 11,3 kg. Atualmente, mais de 95% da produção de alface nos Estados Unidos estão concentrados nos Estados da Califórnia e Arizona. Em 1997, mais de 80.000 hectares foram colhidos nos Estados Unidos, produzindo 3.480.000 toneladas, com produtividade média de 43,5 t ha⁻¹ e movimentando uma receita de mais de 1,18 bilhão de dólares (Rhodes, 1999).

2.2 Nutrição mineral da alface

2.2.1 Importância do nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela maioria das culturas e os solos necessitam de adições regulares desse nutriente, por apresentar acentuado dinamismo no solo (Malavolta, 1980 e Weir & Cresswell, 1993).

Em casos de deficiência, ocorre redução na produtividade em todas as culturas, sendo os sintomas mais severos nas hortaliças folhosas. Na planta, é um nutriente essencial, sendo constituinte da proteína e das clorofilas. O nitrogênio é extremamente móvel, deslocado das folhas velhas para as jovens (Weir & Cresswell, 1993). Desempenha funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação. Após a absorção, o nitrato pode ser reduzido nas raízes ou translocado para a parte aérea, onde atua como osmorregulador, mantendo o equilíbrio eletroquímico celular pelo acúmulo no vacúolo. O nitrato é reduzido a amônio pela atividade da enzima nitrato redutase e nitrito redutase em reações localizadas, respectivamente, no citoplasma e no cloroplasto (Redinbaugh & Campbell, 1991). O teor de nitrato nas plantas é determinado por vários fatores, com destaque para a luminosidade, interação de nutrientes, tipos e fontes de adubos nitrogenados, inibidores de nitrificação e disponibilidade de nitrato e molibdênio no solo (Scharpf, 1991).

Segundo Faquin (1994), o nitrogênio se apresenta na planta como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas, sendo precursores de hormônios vegetais (AIA e etileno), clorofilas e citocromos.

O nitrogênio estimula a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, assim como a vegetação. Participa da absorção iônica,

fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Malavolta et al., 1997).

De forma geral, o teor de nitrogênio para o crescimento normal das plantas varia de 2 a 5% do peso seco. Esse teor é variável em função da espécie, do estado de desenvolvimento e do tecido considerado (Silva Júnior & Soprano, 1997). O sintoma característico de deficiência de nitrogênio nas plantas é uma clorose que se inicia nas folhas mais velhas, permanecendo, inicialmente, nas folhas novas verdes em consequência da redistribuição (Faquin, 1994). Situações de excesso de nitrogênio podem promover desenvolvimento vegetativo exagerado, atraso na frutificação e redução no período de armazenamento pós-colheita de algumas culturas (Weir & Cresswell, 1993).

2.2.2 Importância do potássio

O potássio é o segundo nutriente mais exigido pela maioria das culturas. Para o desenvolvimento adequado das plantas, são necessários aproximadamente 2 a 5% de K na massa seca, variando em função da espécie e do órgão analisado. Apresenta importância reconhecida por reduzir a incidência de doenças e ataques de pragas das plantas, proporcionando qualidade na produção vegetal (Faquin, 1994). O potássio aumenta a resistência natural da parte aérea das hortaliças às doenças fúngicas, tornando os tecidos mais fibrosos e resistentes. Entretanto, o excesso desse nutriente pode provocar desequilíbrio nutricional, dificultando a absorção de cálcio e magnésio (Filgueira, 2000).

Entre os fertilizantes consumidos pela agricultura brasileira, o potássio é o segundo mais utilizado, ficando atrás apenas do fósforo (Faquin, 1994). Em solos com elevado teor de potássio, pode ocorrer excesso de assimilação pelas plantas, além das necessidades, o que é definido como "consumo de luxo" (Padilha, 1998). As condições que podem predispor à deficiência de potássio são

solos ácidos e arenosos, com elevada lixiviação; certos solos orgânicos; solos onde ocorre fixação de potássio em forma não trocável nos colóides; solos intensivamente cultivados sem a aplicação do nutriente; e elevados níveis de outros cátions como magnésio e amônio (Magalhães, 1988).

O potássio exerce nas plantas uma série de funções relacionadas com o armazenamento de energia. O potássio é importante para a síntese de proteínas, carboidratos e lipídeos e, também, no metabolismo da clorofila e de outras enzimas. Trata-se de um nutriente necessário para a divisão celular e para a abertura e fechamento dos estômatos. É extremamente móvel dentro da planta, podendo ser encontrado em grande quantidade em folhas, pontos de crescimento, flores e frutos (Weir & Cresswell, 1993; Yamada, 1995 e Malavolta, 1996). A principal função bioquímica do potássio é a ativação enzimática. São relacionadas mais de cinquenta enzimas dependentes desse nutriente para sua atividade normal, entre as quais, sintetases, oxirredutases, desidrogenases, transferases e quinases (Faquin, 1994).

A deficiência de potássio é caracterizada, na maioria das plantas, pela ocorrência de queimadura da borda das folhas e, em alguns casos, pela ocorrência de queima entre as nervuras, folhas com coloração escura, pecíolos menores e mais rígidos, internódios mais curtos e caule mais fino. A produtividade e a qualidade podem também ser afetadas pela deficiência (Freire et al., 1980).

Plantas deficientes em potássio apresentam acúmulo de carboidratos, compostos nitrogenados solúveis, além da diminuição no teor de amido e na atividade de diversas enzimas (Marschner, 1997).

O excesso de potássio, por outro lado, pode causar redução na produção, devido à competição desse nutriente com os íons cálcio e magnésio pelos sítios de absorção, desbalanço nutricional e dificuldade de absorção de água pela planta (Weir & Cresswell, 1993 e Marschner, 1997)

2.3 Exigência nutricional da alface

A alface é extremamente exigente em nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo, não se podendo desprezar, entretanto, a importância dos demais. É uma cultura que apresenta lento crescimento inicial, até os 30 dias, quando, então, o ganho de peso é acentuado até a colheita. Apesar de absorver quantidades relativamente pequenas de nutrientes, quando comparadas com outras culturas, seu ciclo rápido a torna mais exigente em nutrientes (Zambom, 1982).

Para a alface-americana, cv. Lorca, Furlani (1997) demonstrou um acúmulo de 27,9 kg por 1000 plantas de matéria seca e 1,1 kg por 1000 plantas de N. Trata-se do nutriente que possibilita os maiores incrementos na produtividade e no peso da planta (Couto & Branco, 1963).

Em estudo realizado por Bueno (1998) sobre a influência de doses de nitrogênio em adubação de cobertura via fertirrigação no rendimento da alface tipo americana, cv. Lorca, demonstrou-se que, em relação à produtividade total, a dose de 80,1 kg ha⁻¹ de N proporcionou o maior incremento. Com relação à produtividade comercial e comprimento de caule, não foi observado um ponto máximo com as doses utilizadas, mostrando que responderiam ainda a uma quantidade maior de nitrogênio.

Com o objetivo de avaliar o crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface tipo americana, cv. Raider, em função de doses de nitrogênio e cálcio, Alvarenga (1999) verificou, nas condições de outono, que o melhor rendimento foi obtido com a dose de 240,0 kg ha⁻¹ de N.

Rocio et al. (1999), estudando o efeito da adubação nitrogenada na alface tipo lisa, cv Regina, visando a determinar as doses mais adequadas, concluíram que o melhor rendimento foi obtido com a dose de 200,0 kg ha⁻¹, porém, a melhor qualidade foi obtida quando se aplicou a dose de 50,0 kg ha⁻¹.

Estudando o efeito da adubação potássica via fertirrigação da alface tipo americana, cv. Lorca, em estufa, verificou-se que a dose de cloreto de potássio que proporcionou os melhores resultados para as características de produção total, produção comercial, número médio de folhas internas, diâmetro médio de caule e peso médio da raiz foi de 113,7 kg ha⁻¹ (Mota, 1999).

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio, potássio e cálcio, via fertirrigação na alface tipo americana, cv. Raider, verificou-se que as doses de 49,5 e 99,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio e potássio, respectivamente, promoveram os maiores incrementos na produção (Madeira et al., 2000).

Furtado (2001), estudando o efeito da adubação com nitrogênio e fósforo na cultura da alface tipo americana, cv. Raider, verificou diferenças no teor e acúmulo de nutrientes entre as folhas externas e internas da planta.

Resende (2004), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada e da aplicação via foliar de molibdênio na cultura da alface tipo americana, cv. Raider, concluiu que, à exceção do teor de potássio, os demais nutrientes tiveram aumento nos seus teores.

2.4 Influência da temperatura na produção de alface

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 e Viggiano, 1990). A planta, nessas condições, emitirá o pendão floral precocemente, interrompendo a fase vegetativa, tornando 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. A origem mediterrânea da alface explica esse comportamento, já que nessa região as temperaturas médias oscilam entre 10 °C e 20 °C (Lindqvist, 1960). Thompson e Knott (1934), realizaram um trabalho com três variações de temperaturas: alta (22 a 27 °C), média (17 a 22 °C) e baixa (12 a 17 °C), para a cultivar White Boston, pertencente ao grupo da alface tipo “manteiga”, em Ithaca, New York, verificando que os melhores resultados para a formação de cabeças foram obtidos em temperaturas médias.

Em trabalho realizado no Centro Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas com diversas cultivares de alface pertencentes a diferentes grupos, Bernardi & Igue (1973) verificaram que as cultivares Great Lakes e New York, ambas pertencentes ao grupo da alface-americana, sem diferenças entre si, foram superiores às demais em produtividade e fechamento de cabeça. As plantas pesaram, em média, 644 e 610 gramas, e as maiores chegaram a 1.050 e 1.000 gramas, respectivamente, para ambas as cultivares.

Avaliando o comportamento de cultivares de alface de diferentes grupos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, numa época quente, 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 gramas.

Para as condições quentes do Estado de Tocantins, mais precisamente no município de Gurupi, Azevedo et al. (1997) observaram que a cultivar Vitória, do grupo das folhas soltas, mostrou-se promissora para cultivo durante todo o ano, por apresentar tolerância ao pendoamento.

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 uma das hortaliças mais sensíveis às altas temperaturas, e

isso, na maioria das vezes, é o fator limitante para o não-imbricamento das folhas.

Sanders (1999) observou 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. (1999), 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 a ocorrência de deficiência de cálcio, conhecida 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.

2.5 Pós-colheita da alface

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 e 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). Características físicas como cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações são aspectos que devem ser observados para a comercialização dos produtos olerícolas, Nannetti (2001).

O nível de aplicação de fertilizantes pode ser indiretamente relacionado com a qualidade pós-colheita. Solos bem balanceados nutricionalmente, principalmente em relação a nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco, possibilitam 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. A deficiência de potássio pode inibir a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C e reduzir a porcentagem de sólidos solúveis, diminuindo o seu valor nutritivo (Amable & Sinnadurai, 1977).

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

Com o aumento das exigências em termos de 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 tratos culturais, entre os quais o manejo da adubação.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana 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.

AMABLE, R. A.; SINNADURAI, S. The influence of potassium, calcium and irrigation treatments on tomato fruit quality. **Acta Horticultutral**, Leuven, v. 53, p. 165-170, 1977.

AZEVEDO, S. M.; MOMENTÉ, V.G.; SILVEIRA, M.A.; DEAS, M.; MALUF, W.R. Avaliação de cultivares de alface para as condições quentes e úmidas do Estado de Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997. Manaus. **Anais...** Manaus: SOB, 1997.

BERNARDI, J. B.; IGUE, T. Comportamento de cultivares de alface na região de Campinas. VI. Cultura de Setembro a Novembro de 1972. **Revista de Olericultura**, Campinas, v.13, p.29-31, 1973.

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. 35, n. 19, jul. p.213-219, 1976.

BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido.** 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas, 1998. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-58.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 1990. 293 p.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO – GEAGESP. **Conjuntural de Produtos por Agência**. São Paulo. 2001. p. irr.

COUTO, F. A. A.; BRANCO, A. A. Efeito de fontes de azoto na fertilização de alface. **Revista de Olericultura**. Campinas, v. 3, p. 5-11, 1963.

DAVIS, R. M.; SUBBARAO, K. V.; RAID, R. N.; KURTZ, E. A. **Compendium of lettuce diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1997. 79 p.

DECOTEAU D. R.; RANWALA, D.; McMAHON M. J.; WILSON, S. B. **The lettuce growing handbook: botany, field procedures, growing problems, and postharvest handling**. Illinois: Oak Brook, 1995. 60 p.

FAO. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 10/04/2002.

FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. 1994, 227 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2000. 357 p.

FREIRE, F. M.; MONNERAT, P. H.; MARTINS FILHO, C. A. S. Nutrição mineral do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, jun. p. 13-20, 1980.

FURLANI, P. R. **Introduções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas: Instituto Agrônômico. 1997. 30 p. (Boletim Técnico 168)

FURTADO, S. C. **Nitrogênio e fósforo na produção 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.

IBGE. **Censo agropecuário: Sudeste**. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 13 mar. 2000.

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K. **Iceberg lettuce production in California**: Available: <http://www.vegetablecrops.ucdavis>. [1999, Oct. 24].

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...**Piracicaba: POTAFOS, 1993. cap. 4, p. 141-148.

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, nov/dez. p. 506-509, 1974.

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

LINDQUIVIST, K. On the origin of cultivated lettuce. **Hereditas**, Lund, v. 46, n. 3, p. 319-350, 1960.

MADEIRA, N. R.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Fornecimento de nitrogênio, potássio e cálcio para a alface americana via fertirrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SOB/FCAV-UNESP, 2000. p. 841-842.

MAGALHÃES, J. R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1988. 64 p.

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

MALAVOLTA, E. Potássio é uma grande realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 73, p. 5-6, mar. 1996.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1997. 889 p.
- MEIRELLES, J. C. de S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. (Folders).
- MOTA, J. H. **Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido**. Lavras. 1999. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- 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. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PADILHA, W. A.; **Curso internacional de fertirrigacion em cultivos protegidos**. Quito: Ecuador, 1998. 120 p.
- REDINBAUGH, M. G.; CAMPBELL, W. H. Higher plant responses to environmental nitrate. **Physiology Plantarum**. Copenhagen, v. 82, n. 4, Aug. p. 640-650, 1991.
- RESENDE, G. M. 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**. Lavras. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RHODES, D. U. S. **head lettuce production statistics (1993 – 1997)**: Available: <http://newcrop.hort.produce.edu/rhodcv/hort410/lettuc/le00002.htm> [1999, Nov.9]
- ROCIO, A. C.; FERREIRA, V. P.; LAUER, C.; ROSONE, E.; SILVA, E. L.; NICOLAUD, B. A. L. Resposta da alface à fertilização nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Anais...** Tubarão: SOB/UNISUL, 1999. p. 316.
- RYDER, E. J. Lettuce breeding. In: **Breeding vegetables crops**. Westport: AVI, 1986. p. 433-474.

RYDER, E. J.; WHITAKER, T. N. Lettuce In: **Evolution of crop plants**. New York: Longman Group, 1976. p. 39-41.

SANDERS, D. C. **Lettuce production**: Available: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html> [1999, Oct. 11].

SCHARPF, H. C. **nutrient influences on the nitrate content of vegetable**. S.1.: The Fertiliser society, 1991. 24 p.

SILVA JÚNIOR, A. A.; SOPRANO, E. **Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais em alface**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 57 p.

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

THOMPSON, H. C.; KNOTT, J. E. The effect of temperature and photoperiod on the growth of lettuce. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science**, Genova, v. 30, July. p. 507-509, 1934.

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

WEIR, R. G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders 3**. Vegetable crops. Sydney, 1993. 105 p.

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

YAMADA, T. **Potássio**: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica. Uberlândia: UFU, 1995. (Notas de Aula).

YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; RESENDE, G. M. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. **Alface americana: cultivo comercial**. Lavras: UFLA, 2002. 51 p. Texto acadêmico.

ZAMBON, F. R. A. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.). In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (eds.) **Seminário de Olericultura**, 2. ed. 1982. v. 2. p. 316-348.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA ALFACE TIPO AMERICANA, cv. Raider, NO VERÃO, EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM COBERTURA

RESUMO

YURI, Jony Eishi. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura.** 2004. Cap. 2, 44 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação com nitrogênio e potássio em cobertura sobre a produtividade, composição mineral e conservação pós-colheita da alface tipo americana (*Lactuca sativa* L.), cv. Raider, nas condições de verão do sul de Minas Gerais. O experimento foi conduzido entre os meses de dezembro de 2002 e fevereiro de 2003, no município de Três Pontas, MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, e as avaliações nutricionais e de pós-colheita, realizadas na Universidade Federal de Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio, fonte: uréia (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹), e quatro doses de K₂O, fonte: KCl (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹), adicionais às doses aplicadas em cobertura pelo produtor, com três repetições. Para a massa fresca total da parte aérea, a dose de 48,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio associada à dose de 1800 kg ha⁻¹ de potássio promoveu o maior rendimento. As doses de 119,3 e 113,7 kg ha⁻¹ de nitrogênio na ausência de potássio promoveram as melhores respostas em relação à massa fresca da parte comercial e da circunferência da cabeça, respectivamente. Em relação à conservação pós-colheita, após 14 dias de conservação, a dose de 103,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura adicional promoveu o melhor resultado. Quando se armazenou a alface por 21 dias, as doses de 97,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio e de 122,2 kg ha⁻¹ de potássio possibilitaram melhores qualidades pós-colheita. Em termos nutricionais, a cultura da alface tipo americana apresentou um bom estado nutricional, com teores de macro e micronutrientes dentro dos limites considerados normais.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

ABSTRACT

YURI, Jony Eishi. **Yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce, cv. Raider, in the summer, in function of nitrogen and potassium application after transplanting fertilization.** 2003. Chapter 2, 44 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The present work had the objective of evaluating the effects of nitrogen and potassium fertilization on the yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L), cv. Raider, under summer condition of south of Minas Gerais, Brazil. The experiment was carried out from December 2002 to February 2003, in Três Pontas city, State of Minas Gerais. The local soil is classified as Dystrophic Red Latosol (Oxisol). The nutritional and post harvest evaluations were realized at Federal University of Lavras. Four doses of nitrogen, source: urea (0; 60; 120 and 180 kg ha⁻¹) and four doses of K₂O, source: KCl (0; 60; 120 and 180 kg ha⁻¹), applied in addition to the dose commonly used by the grower, were evaluated in a randomized complete block experimental design (4 x 4 factorial scheme), with three replications. For the total fresh matter, the dose of 48.6 kg ha⁻¹ of nitrogen associated to the dose of 180 kg ha⁻¹ of potassium led to the greatest yield. The doses of 119.3 and 113.7 kg ha⁻¹ of nitrogen without potassium led to the best responses in relation to the commercial fresh matter and the head circumference, respectively. In relation to the post harvest conservation, after 14 days, the dose of 103.6 kg ha⁻¹ of nitrogen in top fertilization had the best results. After 21 days, the doses of 97.5 of nitrogen and 122.2 kg ha⁻¹ of potassium permitted better post harvest quality. In nutritional terms, the crisphead lettuce presented a good nutritional condition, with macro and micronutrients inside the normal levels.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Por se tratar de uma hortaliça de inverno, o cultivo da alface em outras estações do ano favorece a ocorrência de desequilíbrios nutricionais, principalmente sob condições chuvosas e elevada temperatura.

A alface tipo americana apresenta desenvolvimento ideal quando a temperatura estiver entre 15,5 e 18,3°C (Sanders 1999). Temperaturas muito elevadas podem provocar queima de bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas e também contribuir para a ocorrência de deficiência de cálcio, desordem fisiológica conhecida como “tip-burn” (Jackson et al., 1999). Esses problemas são potencializados quando o manejo da adubação é realizado de forma errônea, pois a alface é uma planta muito delicada e com sistema radicular bastante superficial, que exige adubação correta e equilibrada. Entre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os mais exigidos e os mais utilizados durante o ciclo de desenvolvimento.

Apesar de se constatar o uso de diversas técnicas, entre as quais sistemas de cobertura plástica (túnel alto), "mulching", gotejamento e fertirrigação, que possibilitam a produção nos períodos mais desfavoráveis para a cultura, são escassas as informações sobre dosagens de adubação. Diante disso, no cultivo de alface no verão, os produtores têm utilizado recomendações de adubação de inverno, o que pode ocasionar reduções na produtividade e qualidade, uma vez que, nas condições de verão, a fisiologia da planta é sensivelmente alterada.

Assim, com o presente trabalho teve-se como objetivo avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica em cobertura, na produção, conservação pós-colheita e nutrição mineral da alface tipo americana, nas condições de verão do sul de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Carapuça II, de propriedade do Sr. José Cláudio Brito Nogueira, no município de Três Pontas, MG, situada a uma altitude de 870 m, a 21°22'00'' de latitude sul e 45°30'45" de longitude oeste (IBGE, 2002).

2.2 Clima e solo

O clima da região de Três Pontas, MG, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa com características de Cwb, apresentando duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março, (Antunes, 1986).

O tipo de solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Embrapa, 1999) e os resultados da análise química, realizada de acordo com as recomendações de Embrapa (1979), encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1: Análise química do solo da área experimental antes da calagem e adubação (cultivo de verão). Três Pontas, MG, 2003⁽¹⁾.

Características	Profundidade (0 – 20 cm)
pH (H ₂ O)	6,0
P (mg dm ⁻³)	78,0
K (mg dm ⁻³)	73
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,1
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,8
M. O. (dag kg ⁻¹)	2,4
Zn (mg dm ⁻³)	0,8
B (mg dm ⁻³)	0,3
SO ₄ ⁻ (mg dm ⁻³)	13,8
T (cmol _c dm ⁻³)	7,8
V (%)	73,8
Cu (mg dm ⁻³)	1,0
Fe (mg dm ⁻³)	25,0
Mn (mg dm ⁻³)	14,2

⁽¹⁾ Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFLA - Lavras, MG

2.3 Preparo da área experimental

A primeira aração foi realizada com antecedência de três meses do transplante. Não houve necessidade de correção com calcário, de acordo com as recomendações da 5ª aproximação para a cultura (Ribeiro et al., 1999).

No dia 04/012003, três dias antes do recebimento das mudas de alface, foi efetuada a confecção dos canteiros, utilizando um equipamento próprio para essa finalidade denominado "roto-encanteirador".

Posteriormente, foi realizada a adubação de base, com 30 kg ha⁻¹ de N, 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fontes o adubo formulado 02-16-08 e superfosfato simples. Os adubos foram incorporados ao solo com a passagem do "roto-encanteirador", pela segunda vez.

Na seqüência, instalaram-se em cada canteiro duas linhas de tubo gotejador, com emissores espaçados a cada 0,30 m e com vazão de 1,5 l h⁻¹. Os canteiros foram, então, cobertos com "mulching" de coloração preta com 35

micras de espessura, sendo os orifícios onde as mudas foram transplantadas feitos com o auxílio de um cano de 4 polegadas.

Para cada par de canteiros foi instalada uma estrutura de túnel alto, constituído de tubos de ferro galvanizados, coberta com filme plástico transparente de baixa densidade, aditivado com anti-UV, de 75 micras de espessura.

2.4 Preparo das mudas e transplante

A alface tipo americana utilizada foi a cultivar Raider da Semmins Vegetable Seeds. O material se caracteriza por apresentar um ciclo de 75 dias a partir da sementeira e 48 a 50 dias a partir do transplante. O tamanho da planta situa-se entre médio a grande, com folhas mais duras e de coloração verde-clara. Possui cabeça de tamanho médio a grande, com ótima compacidade, peso e boa tolerância ao pendoamento (Asgrow, 2002).

A semeadura foi realizada no dia 13/12/2002, em bandejas de isopor contendo 200 células, preenchidas com substrato comercial “Plantimax HT”. Foram realizadas duas pulverizações com inseticidas piretróides e fungicidas à base de oxiclreto de cobre. As mudas foram conduzidas em ambiente protegido durante 25 dias, quando, no dia 07/01/2003, foram transplantadas para os canteiros previamente umedecidas.

2.5 Condução da cultura

Após o transplante, toda área experimental foi irrigada por aspersão durante cinco dias, com o objetivo de uniformizar o pegamento das mudas. Passado esse período, o sistema de irrigação passou a ser por gotejamento, irrigando-se diariamente, mantendo a umidade suficiente para o desenvolvimento da cultura. Junto com a irrigação por gotejamento, realizou-se

a fertirrigação diária, com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando-se como fonte uréia e cloreto de potássio.

Plantas daninhas que germinaram nos orifícios onde estavam as mudas foram retiradas manualmente. Entre os canteiros, a capina foi química, com a aplicação de Paraquat (2 l ha⁻¹), com pulverizador costal de 20 l, com bico de pulverização especial para evitar a deriva.

Foram realizadas quatro pulverizações com fungicida (oxicloreto de cobre) e inseticida (piretróide), durante o ciclo de cultura, para o controle de pragas e doenças.

A colheita foi realizada no dia 20/02/2003, quando as plantas apresentavam o máximo desenvolvimento vegetativo, com cabeças comerciais compactas e bem formadas.

2.6 Caracterização do experimento

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) com três repetições em esquema fatorial 4 x 4, em que os tratamentos corresponderam a quatro doses de nitrogênio (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) em cobertura. As fontes utilizadas foram a uréia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O). Essas adubações de cobertura foram adicionais às aplicações realizadas pelo produtor, via fertirrigação, de 30 kg ha⁻¹ de N e de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo parceladas em 3 vezes: a primeira aos 10 dias pós-transplante (20% da dose), a segunda aos 20 dias (30% da dose) e a terceira aos 30 dias (50% da dose).

Cada parcela experimental teve 2,10 m de comprimento e 1,20 m de largura e receberam 28 mudas de alface (quatro linhas de sete plantas) no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,35 m entre linhas. Como parcela útil, foram colhidas 10 plantas, sendo cinco em cada linha central.

2.7 Avaliações

2.7.1 Massa fresca total da parte aérea

Para a avaliação da massa fresca total da parte aérea (g planta^{-1}), as plantas foram cortadas rente ao solo e pesadas em balança modelo US.15/5 da marca Urano, com sensibilidade de 5 gramas.

2.7.2 Massa fresca da parte comercial (cabeça)

Para a avaliação da massa fresca da parte comercial (g planta^{-1}), foram pesadas somente as "cabeças" comerciais, retirando-se as folhas externas.

2.7.3 Circunferência da cabeça comercial

Após as avaliações da massa fresca total da parte aérea e comercial, efetuou-se a medida da circunferência da cabeça comercial (cm) com o auxílio de uma fita métrica.

2.7.4 Comprimento de caule da parte comercial

Para avaliação do comprimento do caule (cm), cortou-se a cabeça da alface longitudinalmente, possibilitando, assim, a exposição do mesmo para medição com uso de uma régua.

2.7.5 Conservação pós-colheita

A conservação pós-colheita aos 7, 14 e 21 dias em câmara frigorífica a 5 ± 2 °C foi avaliada 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 utilizada a média das notas atribuídas por três avaliadores (Resende, 2004).

2.7.6 Teor de nutrientes da parte comercial

Para a determinação do teor de nutrientes, foram retiradas amostras do terço médio da cabeça comercial de todas as plantas úteis da parcela, obtendo-se uma amostra de aproximadamente 300 g parcela⁻¹, que foi lavada em água destilada e, posteriormente, seca em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até atingir peso constante. Após a secagem, foram moídas em moinho tipo Wiley para a determinação dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Fe, Cu, Mn e Zn).

A análise dos nutrientes foi realizada no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl, e o potássio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio foram determinados no extrato nitroperclórico. Os teores de fósforo foram obtidos por colorimetria; de potássio, por fotometria de chama; e de enxofre, por turbidimetria (Malavolta et al., 1997).

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

2.8 Análise estatística

As análises de variância, teste F e análise de regressão relativas às características avaliadas foram realizadas de acordo com Gomes (2000) e executadas no programa SISVAR 4.0 desenvolvido por Ferreira (1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Massa fresca total da parte aérea

A análise de variância dos valores relativos à massa fresca total da parte aérea revelou que essa característica foi afetada significativamente pelo nitrogênio, pelo potássio e pela sua interação entre os fatores (Tabela 2).

TABELA 2: Resumo da análise de variância para massa fresca total da parte aérea (g planta⁻¹), massa fresca da parte comercial (g planta⁻¹), circunferência da cabeça comercial (cm) e comprimento de caule (cm) da alface tipo americana, em função das doses de nitrogênio e potássio, nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	MFTPA ¹	MFPC ²	CCC ³	CC ⁴
		----- Quadrados médios-----			
Nitrogênio	3	12.128,4722*	4433,2500*	0,8319	0,0272
Potássio	3	5.117,1944*	5054,2500*	10,9941*	0,1550
Nit. x Pot.	9	4.204,3981*	2984,6759*	5,9741*	0,3544
Bloco	2	437,8958	594,5625	6,8125	0,1093
Resíduo	30	1.065,9180	1201,3847	2,6320	0,4984
CV (%)		5,36	10,52	4,47	16,52
Médias		609,0416	329,6250	36,2875	4,2750

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹MFTPA = massa fresca total da parte aérea; ²MFPC = massa fresca da parte comercial;

³CCC = circunferência da cabeça comercial e ⁴CC = comprimento de caule.

A análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio, dentro de doses de potássio, demonstrou efeito significativo para as doses de N dentro de todas as doses de potássio (Tabela 3).

Os dados, quando submetidos à análise de regressão, mostraram que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste para todas as doses. O ponto de máxima produção de massa fresca total variou conforme as doses de nitrogênio aplicadas (Figura 1). Com as doses de 0, 60,

120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, os maiores rendimentos foram obtidos com as doses de 119,8; 77,4; 63,9 e 48,6 kg ha⁻¹ de N, adicionais às doses de N e K aplicadas pelo produtor, respectivamente. Com essas doses, os máximos rendimentos foram de 615,9; 655,8; 649,1 e 692,5 g planta⁻¹, respectivamente.

TABELA 3: Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de cada nível de potássio, referentes à massa fresca total da parte aérea e massa fresca da parte comercial (g planta⁻¹), nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	MFTPA ¹	MFPC ²
		Quadrados médios	
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	4.994,9722*	9.523,7777*
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	3.815,4166*	940,3055
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	3.289,8611*	1.698,8888
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	12.641,4166*	1.224,3055
Resíduo	30	1.065,9180	1.201,3847
CV (%)		5,36	10,52
Médias		609,0416	329,6250

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹MFTPA = massa fresca total da parte aérea e ²MFPC = massa fresca da parte comercial.

Verifica-se pelos resultados que com a utilização da maior dose de potássio (180 kg ha⁻¹), foi obtida a maior produção de massa fresca total, quando se associou essa dose com a dose de 48,6 kg ha⁻¹ de N. Somando-se a esse valor 30 kg ha⁻¹ de N utilizado pelo produtor em cobertura via fertirrigação, verifica-se que o resultado (78,6 kg ha⁻¹) é próximo ao observado por Bueno (1998) que, nas condições de Lavras, MG, obteve um rendimento de 801,1 g planta⁻¹, utilizando 80,1 kg ha⁻¹ de N em cobertura via fertirrigação.

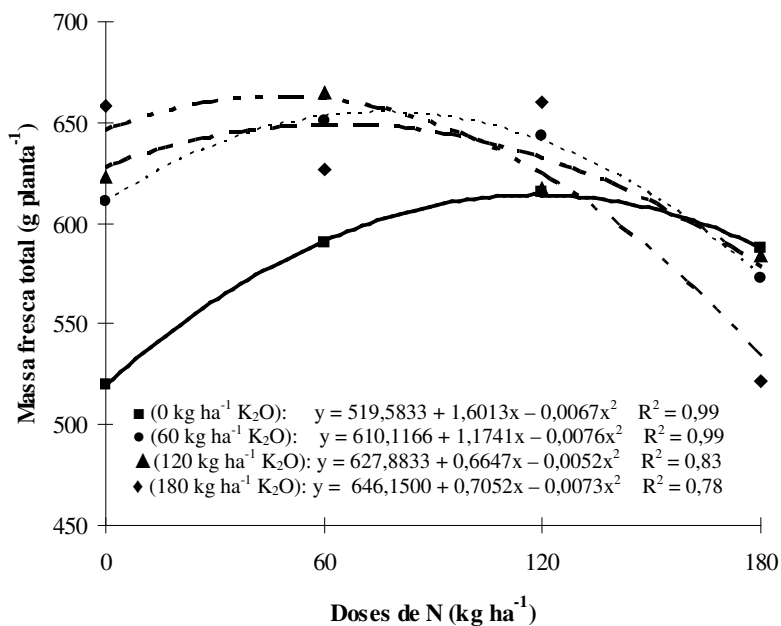


FIGURA 1: Massa fresca total da parte aérea de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.2 Massa fresca da parte comercial

A massa fresca da parte comercial foi afetada significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre os fatores (Tabela 2).

A análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio, dentro de doses de potássio, demonstrou efeito significativo do N na ausência de K₂O adicional (Tabela 3). Os dados, quando submetidos à análise de regressão, mostraram que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 2).

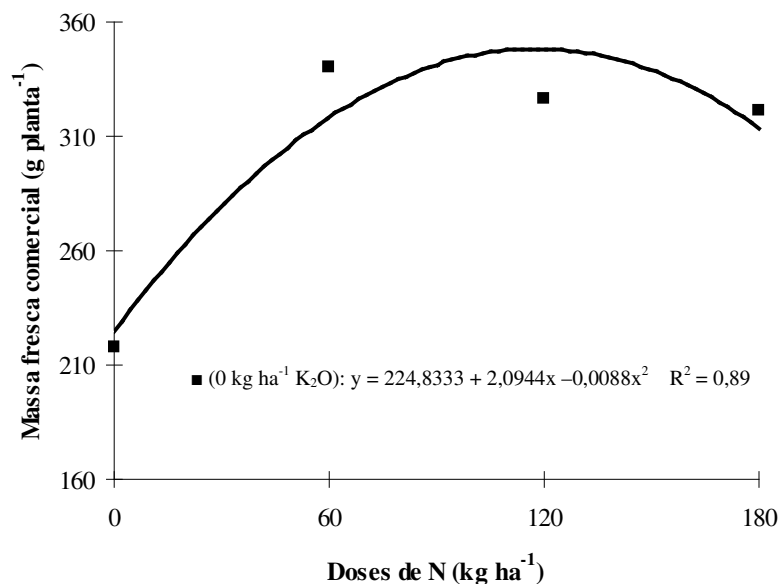


FIGURA 2: Massa fresca da parte comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

Por meio dessa equação, na ausência de potássio adicional à dose aplicada no sistema de produção, o maior rendimento estimado de massa fresca da parte comercial foi obtido com o uso de 119,3 kg.ha⁻¹ de N. Com essa dose, obteve-se o máximo rendimento, que foi de 350,1 g planta⁻¹. Nas doses de 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, não se verificaram efeitos significativos para essa característica, em função das doses de nitrogênio.

Comparando o resultado da característica massa fresca da parte comercial obtido neste trabalho com o realizado por Bueno (1998), observa-se que a autora obteve como resposta uma equação linear em que a dose máxima utilizada foi a que apresentou o melhor rendimento, presumindo-se que a cultura ainda não tivesse sido plenamente suprida com esse nutriente. No entanto, Resende (2004), estudando doses de nitrogênio e de molibdênio, com a mesma

cultivar, obteve uma produtividade de 450,0 g planta⁻¹, com a aplicação de 89,1 kg ha⁻¹ de N em cobertura, ou seja, com dose bem inferior à utilizada neste experimento.

Essa maior eficiência na utilização do nitrogênio pode ser explicada pela aplicação de molibdênio, uma vez que, de acordo com Chairidchai (2000), esse micronutriente tem como principal função metabolizar o nitrogênio nas plantas.

Levando-se em consideração que foram utilizados na adubação de base 30 kg ha⁻¹ de N, somando-se a isso mais 30 kg ha⁻¹ de N aplicado via fertirrigação, a melhor dose total de N atingiria 179,3 kg ha⁻¹. Esse resultado é bem próximo ao relatado por Mcpharlin et al. (1995) que, nas condições de Arizona, EUA, obtiveram as melhores respostas com a utilização da dose de 168,0 kg ha⁻¹ de N e superior ao de Furtado (2001) que, com a utilização 148,0 kg ha⁻¹ de N, obteve os melhores resultados.

3.3 Circunferência da cabeça comercial

A análise de variância da circunferência da cabeça comercial mostrou que essa característica foi afetada significativamente pelas doses de potássio e pela interação entre os fatores (Tabela 2).

No estudo das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N apenas na ausência de K₂O adicional (Tabela 4). Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verificou-se que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 3). Por meio dessa equação, a maior circunferência da cabeça comercial foi obtida com o uso de 113,7 kg ha⁻¹ de N, aplicado em complemento aos 30 kg ha⁻¹ utilizado pelo produtor via fertirrigação. Com essa dose, obteve-se a maior circunferência, que foi de 36,7 cm.

TABELA 4: Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de cada nível de potássio, referente à circunferência da cabeça comercial (cm) e comprimento de caule (cm) da alface tipo americana, nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	CCC ¹	CC ²
		Quadrados médios	
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	8,4488*	0,3830
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,5011	0,0519
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	2,2488	0,5277
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	7,5555	0,1277
Resíduo	30	2,6320	0,4984
CV (%)		4,47	16,52
Médias		36,2875	4,2750

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹CCC = circunferência da cabeça comercial e ²CC = comprimento de caule.

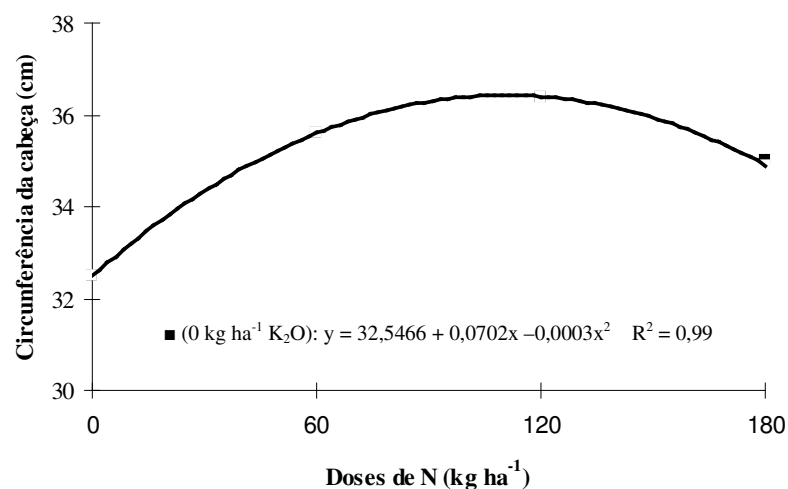


FIGURA 3: Circunferência da cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

A circunferência da cabeça comercial é uma importante característica para a cultura da alface tipo americana, principalmente quando se refere à preferência do consumidor para a aquisição do produto (Bueno, 1998). É importante, também, para a indústria de beneficiamento, pois plantas com maiores circunferências proporcionam maiores rendimentos no processamento.

O resultado, em termos de circunferência da cabeça comercial, obtido neste trabalho foi semelhante aos de Furtado (2001) e de Resende (2004), que verificaram circunferências de 39,2 e 37,5 cm, respectivamente. Vale ressaltar que, no trabalho desses autores, as doses de nitrogênio foram de 148,0 e 85,3 kg ha⁻¹, respectivamente. Como já mencionado, é possível que tenha havido, neste último, aumento da eficiência na utilização do nitrogênio em consequência da aplicação conjunta de molibdênio.

3.4 Comprimento de caule da parte comercial

A análise de variância do comprimento de caule não apresentou significância, a 5% de probabilidade para nenhuma das fontes de variação, demonstrando que essa característica não sofreu nenhuma influência dos aumentos nas doses de nitrogênio e potássio aplicados em adubação de cobertura (Tabela 2).

Bueno (1998), trabalhando com diferentes doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação na cultura da alface tipo americana, cv. Lorca, obteve resposta linear, com comprimento de caule variando de 5,6 a 6,8 cm, na maior dose, que foi de 105,6 kg ha⁻¹ de N.

Trata-se de uma característica importante, principalmente quando a alface é destinada à indústria, devendo ser bastante reduzido, proporcionando menores perdas durante o processamento (Yuri et al., 2002; Resende et al., 2003). 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 (Resende, 2004).

3.5 Conservação pós-colheita

Trata-se de uma característica de grande importância em alface tipo 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 (Resende, 2004).

Pela análise de variância das notas relativas à avaliação da conservação em câmara frigorífica sete dias após a colheita, revelou-se não haver nenhuma influência do aumento das doses de nitrogênio e potássio em adubação de cobertura durante esse período (Tabela 5).

Vale ressaltar que a alface tipo americana apresenta maior capacidade de conservação e de armazenamento em relação a outros tipos de alface (Decoteau et al., 1995).

TABELA 5: Resumo da análise de variância dos dados referentes à avaliação da conservação realizada aos 7, 14 e 21 dias após a colheita da alface tipo americana nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	7 dias	14 dias	21 dias
		----- Quadrados médios-----		
Nitrogênio	3	0,0277	1,1024*	2,0190*
Potássio	3	0,0277	0,6440*	1,0607*
Nit. x Pot.	9	0,0462	0,1255	0,1255
Bloco	2	0,0833	0,5833	1,2343*
Resíduo	30	0,0388	0,1611	0,2121
CV (%)		3,98	9,56	15,51
Médias		4,958	4,1979	2,9687

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A avaliação da conservação da alface tipo americana realizada 14 dias após a colheita apresentou como resultado da análise de variância efeito significativo das doses de nitrogênio e de potássio adicionais isoladamente (Tabela 5).

Verificou-se, para as doses de nitrogênio, resposta quadrática à sua aplicação (Figura 4). Pela equação, a maior nota em termos de conservação foi obtida com o uso de 103,6 kg ha⁻¹ de N em cobertura adicional. Com essa dose, obteve-se a nota 4,6, verificando-se, assim, a parte comercial sem qualquer tipo de deterioração.

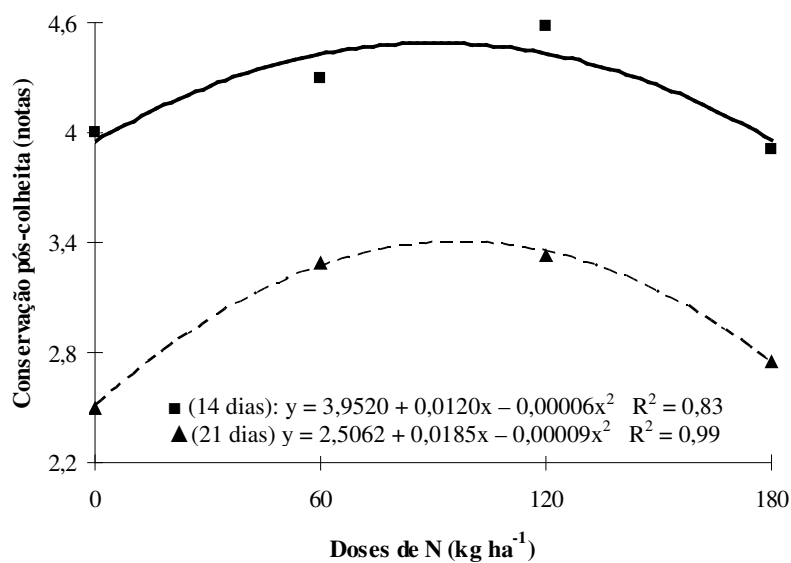


FIGURA 4: Conservação da alface tipo americana aos 14 e 21 dias após a colheita, em função de doses de nitrogênio. Três Pontas, MG, 2003.

De modo semelhante ao nitrogênio, a resposta às doses de K_2O também foi quadrática (Figura 5). A nota máxima de 4,5 foi obtida quando utilizou a dose de $120,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O .

Yamada (1995) e Malavolta (1996) ressaltaram que, entre as principais funções do potássio, está a melhoria da qualidade comercial de plantas, com a utilização adequada desse nutriente.

Quanto à avaliação da conservação da alface tipo americana realizada 21 dias após a colheita, também se obteve significância apenas para as doses de nitrogênio e de potássio isoladamente (Tabela 5).

Verificou-se para as doses de nitrogênio resposta quadrática à sua aplicação (Figura 4). Nessas condições, a maior nota em termos de conservação foi obtida com o uso de $97,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N em cobertura adicional. Com essa dose, obteve-se a nota 3,4, verificando-se, assim, que a parte comercial já apresentava, nessa data, deterioração de forma moderada.

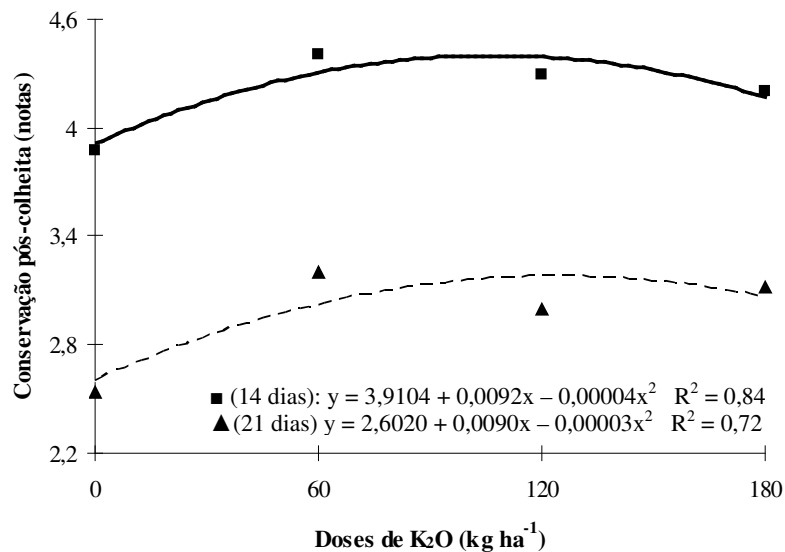


FIGURA 5: Conservação da alface tipo americana, 14 e 21 dias após a colheita, em função de doses de potássio. Três Pontas, MG, 2003.

A resposta às doses de K_2O também foi quadrática (Figura 5), em que a nota máxima de 3,1 foi obtida quando se utilizou a dose de $122,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O aplicado em complemento aos 60 kg ha^{-1} já fornecido pelo produtor, via fertirrigação.

De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), o nível de aplicação de fertilizantes está indiretamente relacionado com a qualidade pós-colheita de hortaliças, principalmente em termos de nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco.

3.6 Teor de macronutrientes na parte comercial

3.6.1 Teor de nitrogênio

A análise de variância revelou que o teor de nitrogênio da parte comercial da alface tipo americana foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação doses de nitrogênio x doses de potássio (Tabela 6).

Desdobrando-se a interação, verificou-se efeito significativo do N nas doses 120 e 180 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura adicional (Tabela 7).

TABELA 6: Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes na cabeça comercial da alface tipo americana nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		N	P	K
Nitrogênio	3	21,7516*	1,0771*	9,9542*
Potássio	3	14,9516*	0,7945*	2,8556
Nit. x Pot.	9	4,5574*	0,3391	5,5660
Bloco	2	0,9039	0,1841	1,8876
Resíduo	30	0,5837	0,1949	3,0750
CV (%)		2,35	8,70	5,81
Médias		32,5166	5,0739	30,1950

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		Ca	Mg	S
Nitrogênio	3	2,7311*	0,0226*	0,0654*
Potássio	3	0,1287*	0,0137*	0,0341
Nit. x Pot.	9	0,1690*	0,0173*	0,0226
Bloco	2	0,0016	0,0002	0,0102
Resíduo	30	0,0176	0,0023	0,0250
CV (%)		2,22	2,66	7,00
Médias		5,9997	1,8375	2,2579

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

TABELA 7: Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de cada nível de potássio, referentes aos teores de N, Ca e Mg na cabeça comercial da alface tipo americana nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de Variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		N	Ca	Mg
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	1,1822	1,4291*	0,0112*
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,7555	1,1175*	0,0275*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	22,7497*	0,3307*	0,0330*
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	10,7363*	0,3609*	0,0029
Resíduo	30	0,5837	0,0176	0,0023

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verifica-se que a equação de primeiro grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 6). Pela equação, para as doses 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, obtiveram-se efeitos lineares positivos em função das doses de N.

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Alvarenga (1999) que, estudando os efeitos da aplicação de nitrogênio em fertirrigação e cálcio via foliar, em alface tipo americana, cv. Raider, constatou teor N de 33,7 g kg⁻¹, aos obtidos por Furtado (2001), que obteve teor médio de N de 31,9 g kg⁻¹, estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana, cv. Raider; e aos de Resende (2004), que obteve teor médio de N de 32,1 g kg⁻¹, estudando doses de nitrogênio e molibdênio na alface americana.

Os teores de nitrogênio encontrados apresentam-se dentro do limite considerado normal que, de acordo com Weir & Cresswell (1993), vai de 31,0 a 45,0 g kg⁻¹.

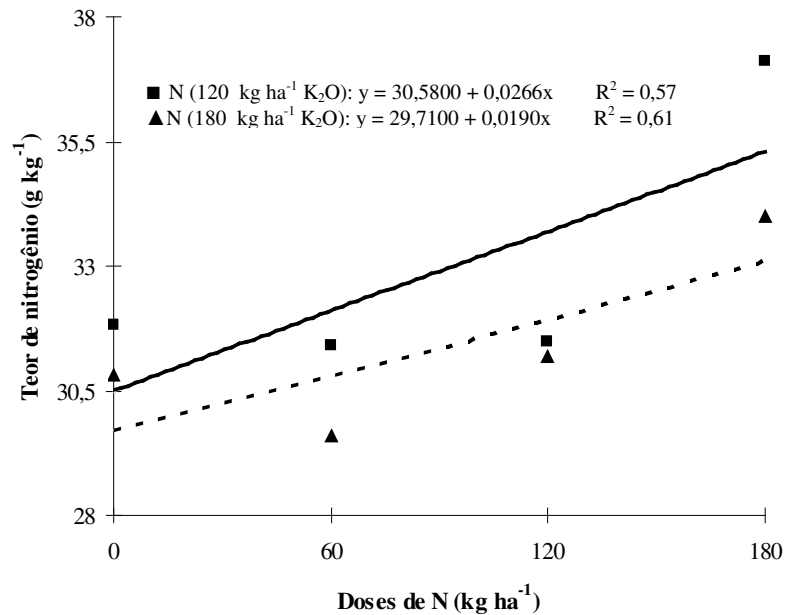


FIGURA 6: Teor de nitrogênio na parte comercial de alface tipo americana em função de doses de nitrogênio em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.2 Teor de fósforo

Pelos dados da análise de variância do teor de fósforo na cabeça comercial, observa-se que houve diferença significativa para doses de nitrogênio e de potássio isoladamente (Tabela 6).

Verificou-se para as doses de nitrogênio resposta linear negativa à sua aplicação (Figura 7). Entretanto, do ponto de vista nutricional, verifica-se que os valores observados neste trabalho encontram-se dentro da faixa considerada como adequada por Weir & Cresswell (1993), que se encontra entre 3,5 e 6,0 g kg⁻¹.

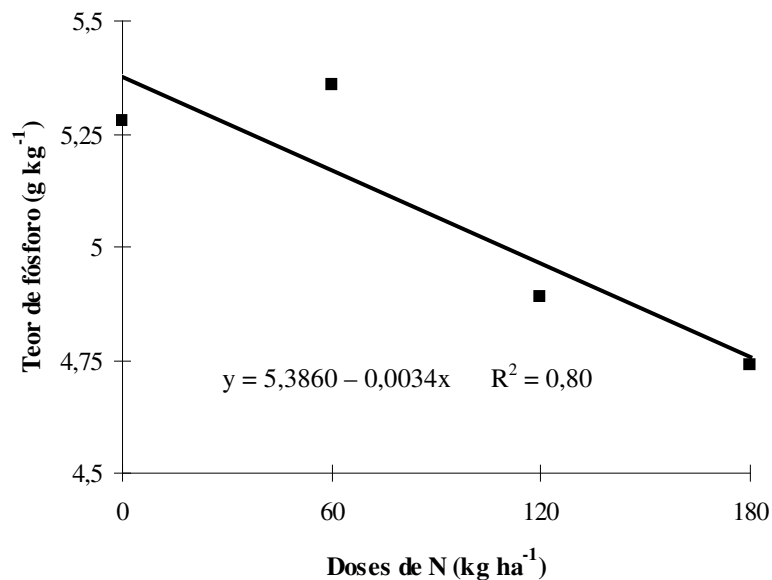


FIGURA 7: Teor de fósforo na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

Em relação às doses de potássio, essas apresentaram efeitos significativos sobre o teor de fósforo na cabeça comercial da alface tipo americana, sendo a resposta também linear (Figura 8). De modo semelhante às doses de nitrogênio, verifica-se que, com o incremento das doses de potássio, houve também uma redução no teor de fósforo.

De acordo com Nannetti (2001), essa redução no teor de fósforo estaria relacionada com a interferência da salinidade causada pelo excesso de potássio nas doses mais elevadas, que provocaria prejuízos ao sistema radicular, e, em consequência disso, ocorreria um menor desenvolvimento da planta e também menor absorção de fósforo.

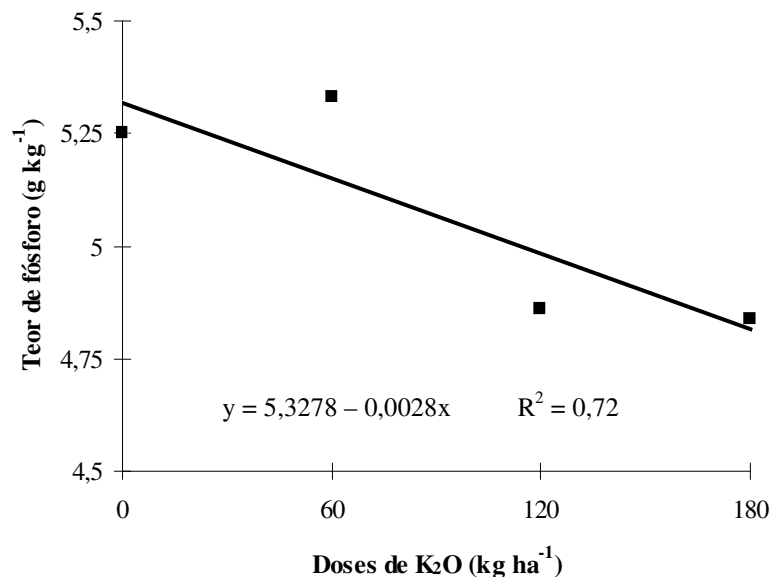


FIGURA 8: Teor de fósforo na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de potássio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.6..3 Teor de potássio

Para o teor de potássio, a análise de variância revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos apenas para as doses de nitrogênio (Tabela 6).

Com base na regressão, observa-se um efeito quadrático em que o teor máximo de potássio de 31,2 g kg⁻¹ foi alcançado com a dose de 88,7 kg ha⁻¹ de N (Figura 9). Levando-se em consideração que o produtor aplicou 30 kg ha⁻¹ de N via fertirrigação, atinge-se a quantidade total de 118,7 kg ha⁻¹ de N.

Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos obtidos por Alvarenga (1999) e Furtado (2001) que, em estudos da nutrição na cultura da alface tipo americana, cv. Raider, encontraram os valores 34,41 e 29,83 g kg⁻¹,

respectivamente, para o teor de potássio. De acordo com Weir & Cresswell (1993), esses teores são considerados baixos para a cultura, estando o teor ideal entre 45,0 a 80,0 g kg⁻¹.

No entanto, Alvarenga (1999) ressalta que esses resultados podem ter sido observados em função da cultivar e das diferentes circunstâncias em que foram realizados os experimentos. Corroborando com a afirmação do autor, Resende (2004) obteve teores de potássio inferiores a 21,0 g kg⁻¹, com a mesma cultivar e na mesma época do ano.

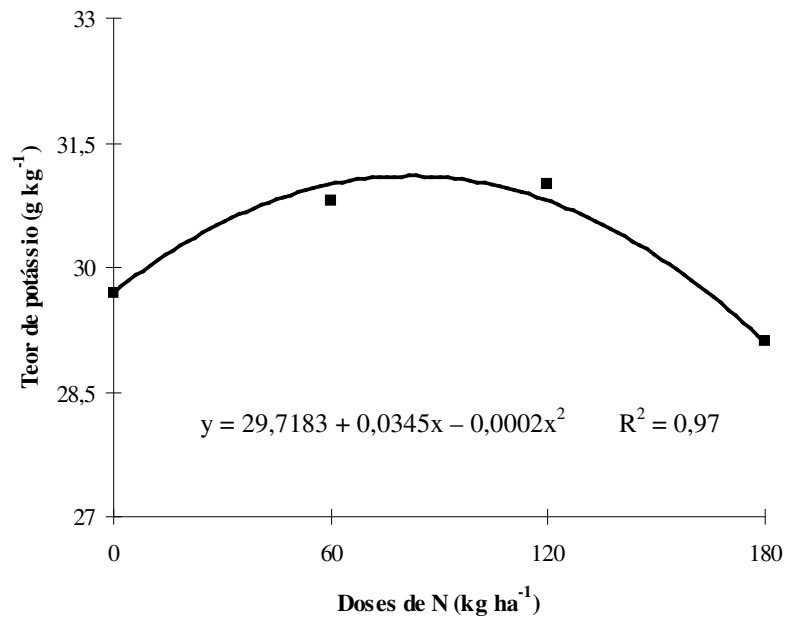


FIGURA 9: Teor de potássio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.4 Teor de cálcio

Pelos dados da análise de variância do teor de cálcio, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. O teor de cálcio foi influenciado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação (Tabela 6).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo para as doses de N dentro de todas as doses de K₂O (Tabela 7).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, observou-se que a equação de primeiro grau positivo foi a que apresentou o melhor ajuste para todas as doses de potássio, ou seja, com o incremento das doses de nitrogênio, verificou-se um aumento no teor de cálcio na parte comercial da alface tipo americana (Figura 10).

Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Resende (2004), que trabalhou na mesma época de produção e com a mesma cultivar, avaliando os efeitos de doses de nitrogênio e molibdênio na cultura.

Resultados semelhantes também foram relatados por Ruschel (1998), que observou para a alface tipo crespa, cv. Marisa concentrações crescentes de cálcio à medida que se elevaram os teores de nitrogênio e potássio na solução.

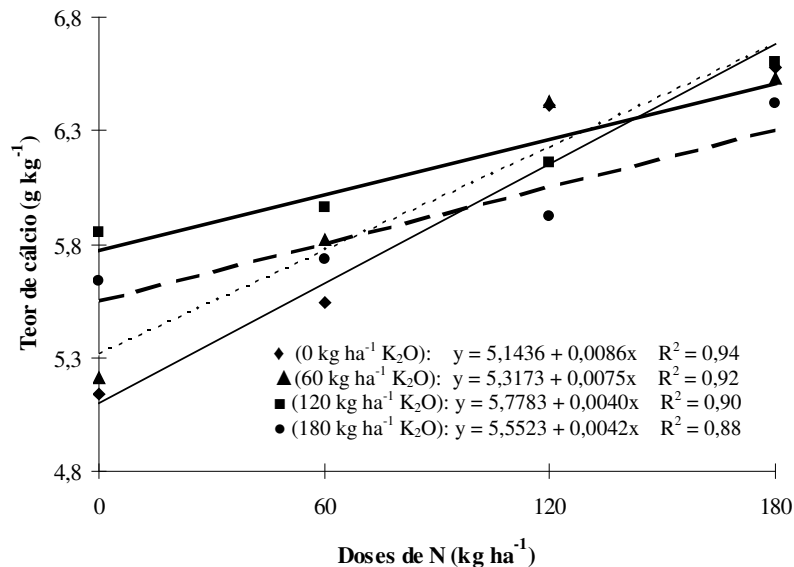


FIGURA 10: Teor de cálcio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.5 Teor de magnésio

Pelos dados da análise de variância do teor de magnésio, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. O teor de magnésio foi afetado significativamente pelo nitrogênio, pelo potássio e pela sua interação (Tabela 6).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se, com exceção da dose 180 kg ha⁻¹, efeito significativo para as demais doses de potássio (Tabela 7). Os dados, quando submetidos à análise de regressão, mostraram que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste na ausência de K₂O adicional (dose zero), ao passo que para as dose 60 e 120 kg ha⁻¹, o melhor ajuste foi obtido pela da

equação de primeiro grau (Figura 11). Pela equação, para a menor dose de K_2O , obteve-se o maior teor de magnésio, que foi de $1,91 \text{ g kg}^{-1}$, na dose de $96,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio em cobertura.

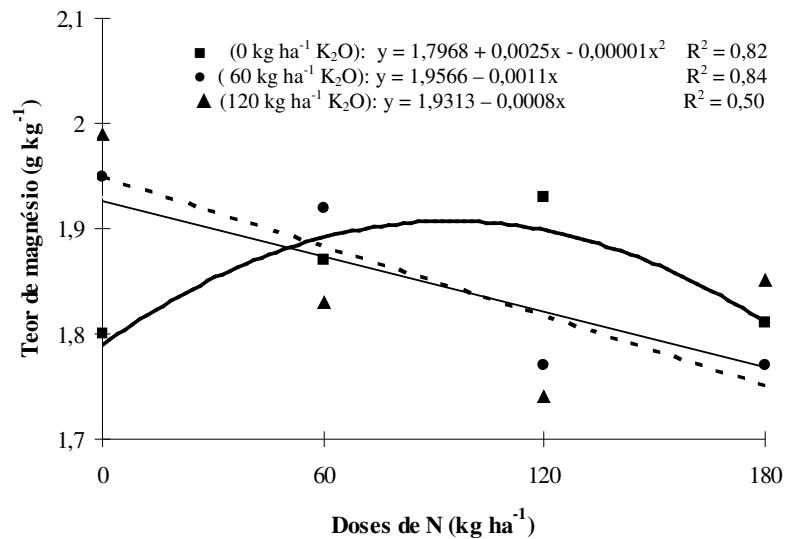


FIGURA 11: Teor de magnésio na cabeça comercial de alface tipo americana em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

Os teores de magnésio observados foram inferiores ao obtido por Alvarenga (1999) que, em estudo da nutrição na alface tipo americana, cv. Raider, constatou teor de Mg de $3,40 \text{ g kg}^{-1}$. No entanto, os valores encontrados neste trabalho são coerentes com os encontrados por Resende (2004) que nas mesmas condições, obteve como resultado teor de magnésio de $1,91 \text{ g kg}^{-1}$. Essa menor quantidade de magnésio observado decorre do fato de que a parte da planta analisada neste trabalho foi somente a cabeça comercial. Esses resultados corroboram o trabalho realizado por Furtado (2001) que, trabalhando com a

mesma cultivar, constatou uma diferença de 50% a menos no teor desse nutriente na parte comercial em relação às folhas externas.

3.6.6 Teor de enxofre

A análise de variância para o teor de enxofre revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos apenas para as doses de nitrogênio (Tabela 6).

Pela regressão, observa-se efeito quadrático, em que o teor máximo de enxofre de $2,30 \text{ g kg}^{-1}$ foi alcançado com a dose de $125,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N em cobertura adicional (Figura 12).

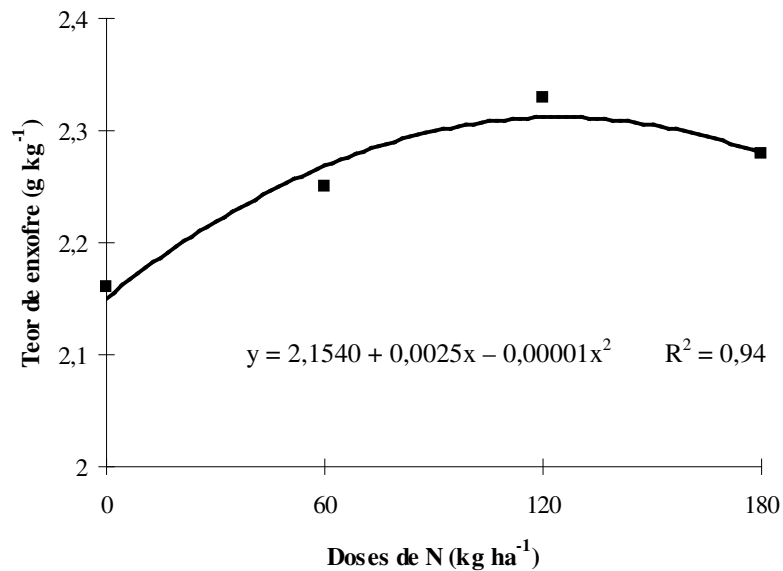


FIGURA 12: Teor de enxofre na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

Os teores de enxofre encontrados neste trabalho estão inseridos nos limites considerados adequados para a cultura, ou seja, de 2,00 a 5,00 g kg⁻¹ (Silva Júnior & Soprano, 1997).

Os resultados observados foram inferiores aos obtidos por Alvarenga (1999) e semelhantes aos de Furtado (2001) que, em estudos da nutrição na cultura da alface tipo americana, cv. Raider, encontraram os valores 3,34 e 2,64 g kg⁻¹, respectivamente, para o teor de enxofre. Entretanto, do ponto de vista nutricional, essas variações não assumem importância, uma vez que se encontram dentro da faixa considerada normal para a cultura da alface.

3.7 Teor de micronutrientes na parte comercial

3.7.1 Teor de boro

A análise de variância mostrou que o teor de boro foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre os dois fatores (Tabela 8).

No estudo das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo para as doses 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O adicionais (Tabela 9).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, constatou-se que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste nessas doses de potássio (Figura 13).

Pela equação, para as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, obtiveram-se os menores teores de boro: 18,40 e 18,20 mg kg⁻¹ nas doses 114,0 e 98,2 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Na análise da equação da dose 180,0 kg ha⁻¹ de K₂O, o teor máximo observado foi de 19,70 mg kg⁻¹, com a dose de 72,3 kg ha⁻¹ de N.

TABELA 8: Resumo da análise de variância dos teores de micronutrientes na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		B	Cu	Fe
Nitrogênio	3	5,2192*	15,8095*	2.426,5929*
Potássio	3	2,8640*	1,2017*	4.501,6105*
Nit. x Pot.	9	2,8516*	5,4218*	1.042,0204*
Bloco	2	0,1202	0,1229	22,6018
Resíduo	30	0,9729	0,2993	28,6219
CV (%)		5,15	5,51	5,13
Médias		19,1375	9,9322	104,3787

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----	
		Mn	Zn
Nitrogênio	3	1.054,7975*	46,9082*
Potássio	3	22,9023*	41,1120*
Nit. x Pot.	9	13,6424*	30,4168*
Bloco	2	0,8738	13,8329
Resíduo	30	4,9465	10,0006
CV (%)		5,89	6,58
Médias		37,7791	48,0935

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os teores de boro encontrados neste trabalho foram ligeiramente inferiores aos obtidos por Alvarenga (1999) que, com a mesma cultivar de alface tipo americana, constatou teores de boro de 26,69 a 29,22 mg kg⁻¹ e aos obtidos por Furtado (2001), que verificou teor médio de boro de 24,20 mg kg⁻¹, estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana, cv. Raider. Entretanto, esses resultados não assumem importância, uma vez que os teores de boro encontram-se dentro do nível considerado normal para a cultura da alface (Weir & Cresswell, 1993).

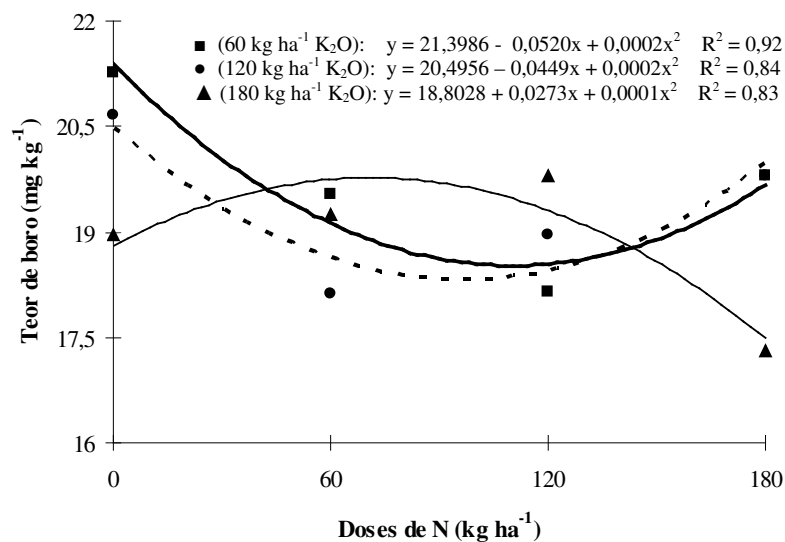


FIGURA 13: Teor de boro na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.7.2 Teor de cobre

Observa-se pelos dados da análise de variância do teor de cobre constantes na Tabela 8 que houve diferença significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade. O teor de cobre foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre esses fatores.

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N em todas as doses de K₂O em coberturas adicionais (Tabela 9).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verificou-se como melhor ajuste, na ausência de K₂O, equação linear decrescente. Para as

demais doses, a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 14). Pela equação, para as doses 60; 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O adicionais, os maiores teores de cobre: 11,68; 10,91 e 10,48 mg kg⁻¹ foram evidenciados quando se adubou com as doses 22,7; 19,4 e 74,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio adicionais, respectivamente.

TABELA 9: Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de potássio dentro de doses de nitrogênio, referentes aos teores de macronutrientes na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de verão. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		B	Cu	Fe
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	1,8926	13,2816*	4.486,5398*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	4,9075*	10,2793*	495,2243*
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	3,5449*	5,8247*	383,5002*
N: (240 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	3,4290*	2,6892*	187,3898*
Resíduo	30	0,9729	0,2993	28,6219

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----	
		Mn	Zn
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	254,1679*	81,2173*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	354,3292*	11,6434
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	217,9310*	22,0280
N: (240 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	269,2965*	23,2699
Resíduo	30	4,9465	10,0006

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os teores de cobre encontrados neste trabalho foram ligeiramente superiores aos obtidos por Alvarenga (1999) e por Resende (2004) que, com a mesma cultivar de alface tipo americana, constataram teor médio de cobre de 8,40 e 7,69 mg kg⁻¹, respectivamente, e inferiores aos obtidos por Furtado (2001), que verificou teor médio de cobre de 38,70 mg kg⁻¹, estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana, cv. Raider. Entretanto, esses resultados não assumem importância, uma vez que os teores de

cobre encontram-se dentro do nível considerado normal para a cultura da alface que, de acordo com Weir & Cresswell (1993), situa-se ente 7 e 80 mg kg⁻¹.

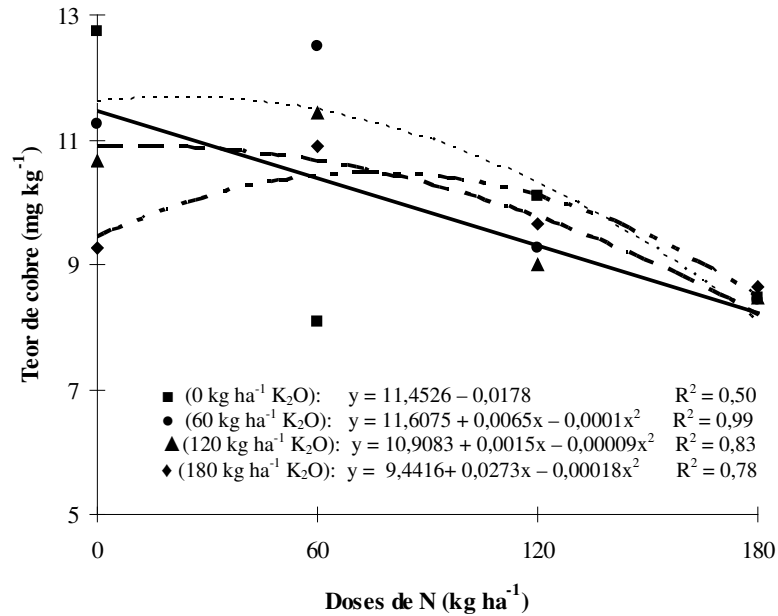


FIGURA 14: Teor de cobre na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.7.3 Teor de ferro

O teor de ferro foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre os dois (Tabela 8).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N em todas as doses de potássio (Tabela 9).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, observou-se que, com exceção da dose 60 kg ha⁻¹ de K₂O, que apresentou equação polinomial de

segundo grau, as demais doses apresentaram como melhor ajuste equação linear negativa, ou seja, à medida que se elevou a dose de nitrogênio, houve redução nos teores de ferro na parte comercial da alface tipo americana (Figura 15).

Os teores de ferro encontrados neste trabalho foram semelhantes aos observados por Resende (2004) que, obteve incremento nos teores desse nutriente em função do aumento de doses de nitrogênio, e inferiores aos obtidos por Furtado (2001), que com a mesma cultivar de alface tipo americana, encontrou uma tendência de maior teor de ferro com o incremento das doses de nitrogênio em adubação de cobertura, apesar de não ter constatado diferenças significativas entre as doses estudadas.

De acordo com Weir & Cresswell (1993), plantas sadias apresentam teores de ferro variando de 50,00 a 100,00 mg kg⁻¹.

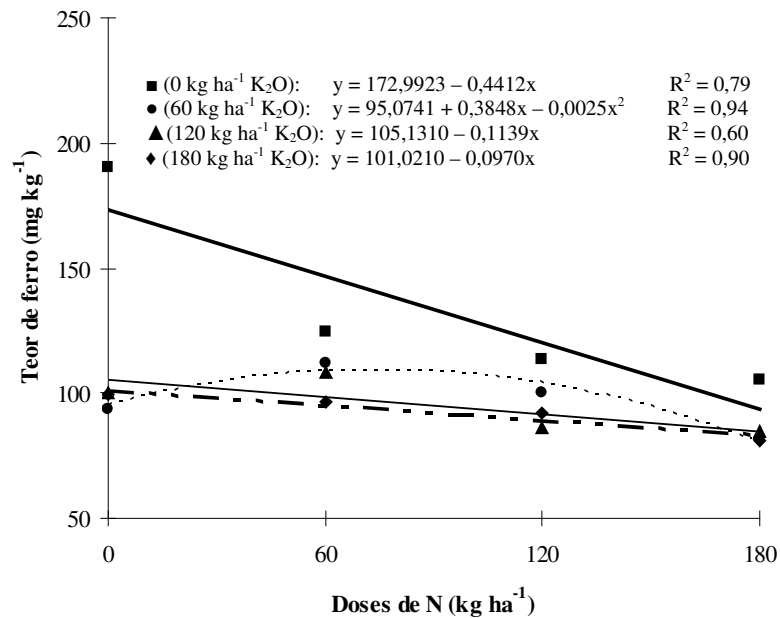


FIGURA 15: Teor de ferro na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.7.4 Teor de manganês

Pelos dados da análise de variância do teor de manganês, verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade. O teor de manganês foi afetado pelos tratamentos de forma isolada, assim como pela interação entre os fatores (Tabela 8).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N em todas as doses de K_2O em coberturas adicionais à dose aplicada pelo produtor (Tabela 9).

Quando submetido à análise de regressão, esses apresentaram equações de primeiro grau positivo, ou seja, à medida que se elevaram as doses de nitrogênio, houve um incremento nos teores de manganês (Figura 16).

Os teores de manganês encontrados nesse trabalho foram inferiores aos observados por Furtado (2001) e superiores aos relatados por Resende (2004). Entretanto, de modo semelhante a estes dois autores, foi constatado aumento no teor de manganês em função do aumento das doses de nitrogênio aplicados em adubação de cobertura.

Resultados semelhantes foram observados por Resende et al. (1997), quando avaliaram os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho, constatando aumento no teor de manganês à medida que se elevaram as doses de nitrogênio.

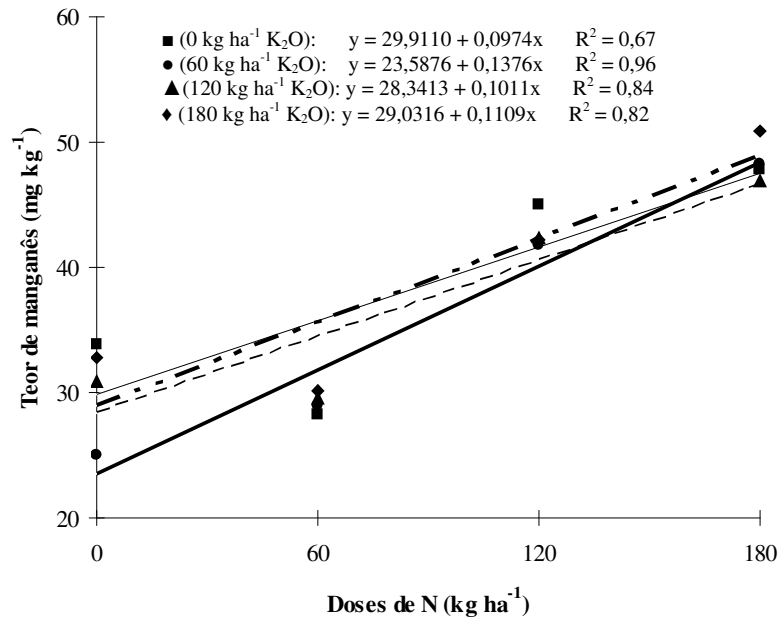


FIGURA 16: Teor de manganês na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

3.7.5 Teor de zinco

Observa-se pelos dados da análise de variância do teor de zinco que houve diferença significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade. O teor de zinco foi afetado pelos tratamentos com interação significativa entre os fatores (Tabela 8).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N apenas na ausência de potássio adicional (Tabela 9). Para essa dose de potássio, os dados, quando submetidos à análise de regressão, mostraram que a equação de primeiro grau negativo foi a

que apresentou melhor ajuste, ou seja, houve redução do teor de zinco com o incremento das doses de nitrogênio em adubação de cobertura (Figura 17).

Apesar de não assumir importância do ponto de vista nutritivo, uma vez que os teores observados neste trabalho estão dentro de níveis considerados normais para a cultura da alface tipo americana, que vai de 25 a 250 mg kg⁻¹, segundo Weir & Creswell (1993), os valores encontrados foram semelhantes aos observados por Alvarenga (1999) e ligeiramente inferiores aos de Furtado (2001), que obtiveram teores médios de zinco de 44,65 e 68,39 mg kg⁻¹, respectivamente.

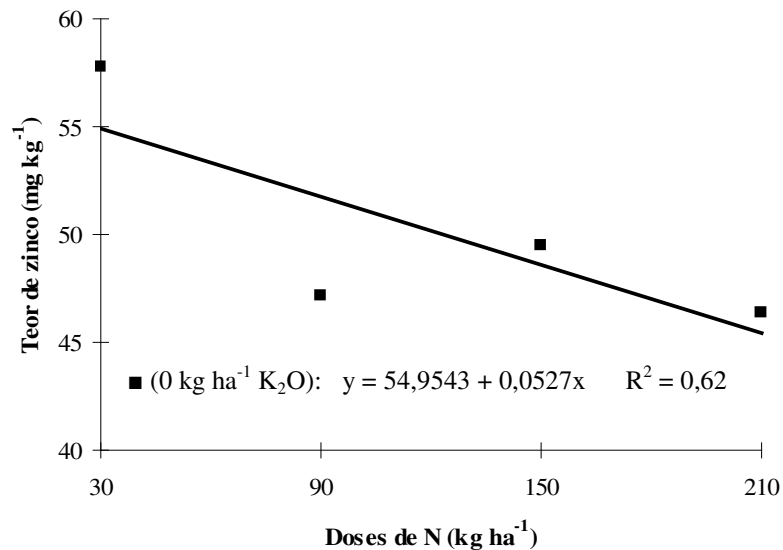


FIGURA 17: Teor de zinco na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Três Pontas, MG, 2003.

4 CONCLUSÕES

- A maior massa fresca total foi obtida com a dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O e 48,6 kg ha⁻¹ de N adicionais à dose aplicada pelo produtor em seu sistema de plantio.
- A dose de 119,3 kg ha⁻¹ de N na ausência de K₂O em cobertura adicional promoveu o maior retorno de massa fresca da parte comercial.
- A circunferência da cabeça comercial foi influenciada significativamente pelas doses de nitrogênio e potássio em coberturas adicionais, não apresentando qualquer efeito com relação ao comprimento de caule.
- As doses em coberturas adicionais de 103,6 e 97,5 kg ha⁻¹ de N e 120,8 e 122,2 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, promoveram a melhor conservação pós-colheita aos 14 e 21 dias, agindo de forma independente.
- As doses de nitrogênio e potássio em coberturas adicionais afetaram positivamente o incremento dos teores de macro e micronutriente, à exceção dos teores de P, Mg, Cu Fe e Zn, que evidenciaram uma resposta negativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana 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.
- ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-14, jun. 1986.
- ASGROW. **Semente**. Campinas: Asgrow Vegetable Seeds, n. 59, ano 21, 4 p. 2002.
- BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CHAIRIDCHAI, P. The relationships between nitrate and molybdenum contents in pineapple grown on na inceptisol soil. **Acta Horticulturae**, Pattaya, n. 529, p. 211 – 216, May 2000.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 1990. 293 p.
- DECOTEAU D. R.; RANWALA, D.; McMAHON M. J.; WILSON, S. B. **The lettuce growing handbook: botany, field procedures, growing problems, and postharvest handling**. Illinois: Oak Brook, 1995. 60 p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. n. p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 1999. 412 p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. 1994, 227 p.
- FERREIRA, D. F. **SisVar: sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatística).

FURTADO, S. C. **Nitrogênio e fósforo na produção 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.

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

IBGE. **Organização do território - vilas e cidades.** Disponível em <http://www.Ibge.gov.br>. Acesso em 19 de setembro de 2002.

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K. **Iceberg lettuce production in California.** Disponível em: <<http://www.vegetablecrops.ucdavis>>. Acesso em 24 out. 1999.

McPHARLIN, I. R.; AYLMORE, P. M.; JEFFERY, R. C. Nitrogen requirements of lettuce under sprinkler irrigation and tricle fertigation on a spearwood sand. **Journal of Plant Nutrition.** New York, v. 18, n. 2, p. 219-241, 1995.

MALAVOLTA, E. Potássio é uma realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. **Informações Agronômicas,** Piracicaba: n, 73, p. 5-6, mar. 1996.

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

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

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

RESENDE, G. M. 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.** Lavras. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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. 1997.

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Efeito 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, nov. 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p. (5ª aproximação).

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.

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

SILVA JÚNIOR, A. A.; SOPRANO, E. **Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais em alface**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 57 p.

WEIR, R. G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders 3**. Vegetable crops. Sydney, 1993. 105 p.

YAMADA, T. **Potássio**: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica. Uberlândia: UFU, 1995. (Notas de Aula).

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. 2002.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA ALFACE TIPO AMERICANA, cv. Reder, NO INVERNO, EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM COBERTURA

RESUMO

YURI, Jony Eishi. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Reder, no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura.** 2003. Cap. 3, 40 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação com nitrogênio e potássio em adubação de cobertura sobre a produtividade, composição mineral e conservação pós-colheita da alface tipo americana (*Lactuca sativa* L.), cv. Raider, nas condições de inverno do sul de Minas Gerais. O experimento foi conduzido entre os meses de junho a agosto de 2003, no município de Três Pontas, MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico e as avaliações nutricionais e de pós-colheita foram realizadas na Universidade Federal de Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio, fonte: uréia (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) e quatro doses de K₂O, fonte: KCl (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹), adicionais às doses aplicadas pelo produtor em seu sistema de plantio, com três repetições. A dose 92,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio associada à dose de 60,0 kg ha⁻¹ de potássio permitiu os melhores desempenhos em relação à massa fresca da parte comercial. Em termos de conservação pós-colheita, constatou-se que a dose de 111,6 kg ha⁻¹ de potássio em cobertura adicional permitiu a melhor qualidade de conservação. Nessa época de produção, a cultura da alface tipo americana apresentou um bom estado nutricional, com teores de macro e micronutrientes dentro dos limites considerados normais, com exceção do manganês, que apresentou valores mais baixos.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora).

ABSTRACT

YURI, Jony Eishi. **Yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce, cv. Raider, in the winter, in function of nitrogen and potassium application after transplanting fertilization.** 2003. Chapter 3, 40 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The present work had the objective of evaluating the effects of nitrogen and potassium fertilization on the yield, nutrition and post harvest conservation of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L), cv. Raider, under winter conditions of south of Minas Gerais, Brazil. The experiment was carried out from June to August 2003, in Três Pontas city, State of Minas Gerais. The local soil is classified as Dystrophic Red Latosol (Oxisol). The nutritional and post harvest evaluations were realized at Federal University of Lavras. Four doses of nitrogen, source: urea (30; 90; 150 and 210 kg ha⁻¹) and four doses of K₂O, source: KCl (60; 120; 180 and 240 kg ha⁻¹), applied in addition to the dose commonly used by the grower, were evaluated in a randomized complete block experimental design (4 x 4 factorial scheme), with three replications. The association of 92.1 kg ha⁻¹ of nitrogen and 60.0 kg ha⁻¹ of K₂O applied in addition allowed the best performance in relation to the fresh matter of commercial head. In terms of post harvest conservation, it was verified that the additional dose of 111.6 kg ha⁻¹ of K₂O led to the best quality. In this production time, the crisp head lettuce showed a good nutritional state, with the macro and micronutrient levels in the borders considered normal, except the manganese, that presented low values.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A alface tipo americana é uma hortaliça tipicamente de inverno, que apresenta o desenvolvimento ideal quando a temperatura estiver entre 15,5 e 18,3°C (Sanders 1999). Temperaturas muito elevadas podem provocar queima de bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas e também contribuir para a ocorrência de deficiência de cálcio, desordem fisiológica conhecida como “tipburn” (Jackson et al., 1999).

Nas condições do sul de Minas Gérias, durante os meses que compreendem o inverno, verificam-se as maiores produtividades associadas às melhores qualidades no produto comercial. Entretanto, para que isso seja possível, os produtores têm recorrido à utilização de grandes quantidades de fertilizantes químicos.

Na falta de informações com base em trabalhos de pesquisa, os produtores, por insegurança, realizam uma adubação exagerada, aplicando quantidades acima da necessidade da cultura, considerando-se que atualmente, em função das reduções na margem de lucro dos produtores, qualquer desperdício dentro da produção pode acarretar perda de remuneração ou mesmo prejuízos. Como dentro desse processo, a utilização de fertilizantes químicos representa uma razoável parcela no custo de produção, justifica-se o esforço para se obter altas produtividades com eficiência econômica.

Assim, com o presente trabalho teve-se como objetivo avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica em cobertura, na produção, conservação pós-colheita e nutrição mineral da alface tipo americana, nas condições de inverno do sul de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Carapuça II, de propriedade do Sr. José Cláudio Brito Nogueira, no município de Três Pontas, MG, situada a uma altitude de 870 m, a 21°22'00'' de latitude sul e 45°30'45" de longitude oeste (IBGE, 2002).

2.2 Clima e solo

O clima da região de Três Pontas, MG, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, com características de Cwb, apresentando duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e chuvosa, de outubro a março, (Antunes, 1986).

O tipo de solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Embrapa, 1999) e os resultados da análise química, realizada de acordo com as recomendações de Embrapa (1979), encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10: Análise química do solo da área experimental antes da calagem e fertilização (cultivo de inverno). Três Pontas, MG, UFLA, 2003⁽¹⁾.

Características	Profundidade (0 – 20 cm)
pH (H ₂ O)	6,3
P (mg dm ⁻³)	72,7
K (mg dm ⁻³)	70
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,5
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,7
M. O. (dag kg ⁻¹)	2,9
Zn (mg dm ⁻³)	0,9
B (mg dm ⁻³)	0,4
SO ₄ ⁻ (mg dm ⁻³)	14,1
T (cmol _c dm ⁻³)	7,8
V (%)	70,5
Cu (mg dm ⁻³)	1,2
Fe (mg dm ⁻³)	26,0
Mn (mg dm ⁻³)	15,2

⁽¹⁾ Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFLA - Lavras, MG

2.3 Preparo da área experimental

A primeira aração foi realizada com antecedência de três meses do transplante. Não houve necessidade de correção com calcário, de acordo com as recomendações da 5ª aproximação para a cultura (Ribeiro et al., 1999).

No dia 04/01/2003, três dias antes do recebimento das mudas de alface, foi efetuada a confecção dos canteiros, utilizando um equipamento próprio para essa finalidade denominado "roto-encanteirador".

Posteriormente, foi realizada a adubação de base, com 30 kg ha⁻¹ de N, 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fontes o adubo formulado 02-16-08 e superfosfato simples. Os adubos foram incorporados ao solo com a passagem do "roto-encanteirador" pela segunda vez.

Na seqüência, instalaram-se em cada canteiro duas linhas de tubo gotejador, com emissores espaçados a cada 0,30 m e com vazão de 1,5 l h⁻¹. Os

canteiros foram então cobertos com “mulching” de coloração preta com 35 micras de espessura, sendo os orifícios onde as mudas foram transplantadas feitos com o auxílio de um cano de quatro polegadas.

2.4 Preparo das mudas e transplante

A alface tipo americana utilizada foi a cultivar Raider, da Semmins Vegetable Seeds.

A semeadura foi realizada no dia 23/05/2003, em bandejas de isopor contendo 200 células, preenchidas com substrato comercial “Plantimax HT”. Foram realizadas duas pulverizações com inseticidas piretróides e fungicidas à base de oxiclreto de cobre. As mudas foram conduzidas em ambiente protegido durante 30 dias quando, no dia 22/06/2003, foram transplantadas para os canteiros previamente umedecidos.

2.5 Condução da cultura

Após o transplante, toda área experimental foi irrigada por aspersão durante cinco dias, com o objetivo de uniformizar o pegamento das mudas. Passado esse período, o sistema de irrigação passou a ser por gotejamento, irrigando-se diariamente, mantendo a umidade suficiente para o desenvolvimento da cultura. Junto com a irrigação por gotejamento, realizou-se a fertirrigação diária, com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte uréia e cloreto de potássio.

Plantas daninhas que germinaram nos orifícios onde estavam as mudas foram retiradas manualmente. Entre os canteiros, a capina foi química, com a aplicação de Paraquat (2 l ha⁻¹) utilizando-se pulverizador costal de 20 l com bico de pulverização especial para evitar a deriva.

Pulverizações com fungicida (oxicloreto de cobre) e inseticidas (piretróides) foram realizadas quinzenalmente para o controle de doenças e insetos-pragas.

A colheita foi realizada no dia 21/08/2003, quando as plantas apresentavam o máximo desenvolvimento vegetativo, com cabeças comerciais compactas e bem formadas.

2.6 Caracterização do experimento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com três repetições em esquema fatorial 4 x 4, em que os tratamentos corresponderam a quatro doses de nitrogênio (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) em cobertura. As fontes utilizadas foram a uréia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O). Essas adubações de cobertura foram adicionais às aplicações realizadas pelo produtor, via fertirrigação, de 30 kg ha⁻¹ de N e de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo parceladas em 3 vezes: a primeira aos 10 dias pós-transplante (20% da dose), a segunda aos 20 dias (30% da dose) e a terceira aos 30 dias (50% da dose).

Cada parcela experimental teve 2,10 m de comprimento e 1,20 m de largura e receberam 28 mudas de alface (quatro linhas de sete plantas) no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,35 m entre linhas. Como parcela útil foram colhidas 10 plantas, sendo cinco em cada linha central.

2.7 Avaliações e análise estatística

As características avaliadas e a análise estatística foram similares ao experimento de verão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Massa fresca total da parte aérea

A massa fresca total da parte aérea foi afetada significativamente apenas pela interação entre nitrogênio e potássio (Tabela 11).

A análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio demonstrou efeito significativo apenas na ausência de K₂O adicional (Tabela 12).

TABELA 11: Resumo da análise de variância dos dados referentes à massa fresca total da parte aérea (g planta⁻¹), massa fresca da parte comercial (g planta⁻¹), circunferência da cabeça comercial (cm) e comprimento de caule (cm) da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG. 2003.

Fontes de variação	GL	MFTPA ¹	MFPC ²	CCC ³	CC ⁴
		----- Quadrados médios-----			
Nitrogênio	3	16.060,3055	19.906,6111*	4,9900*	0,4161
Potássio	3	21.302,5277	11.402,7777*	7,8366*	0,1188
Nit. x Pot.	9	25.161,5648*	9.917,7962*	5,8188*	0,1953*
Bloco	2	22.758,5833	3.693,8125	7,1908*	0,3900*
Resíduo	30	8.296,2722	1.395,7013	1,4761	0,0788
CV (%)		9,04	6,90	2,95	13,70
Médias		1007,9583	541,2500	41,2416	2,0500

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹MFTPA = massa fresca total da parte aérea; ²MFPC = massa fresca da parte comercial;

³CCC = circunferência da cabeça comercial e ⁴CC = comprimento de caule.

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verifica-se que a equação polinomial de primeiro grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 18). Por meio dessa equação, na ausência de potássio em cobertura adicional, verifica-se que houve incremento de produção com o aumento de doses de nitrogênio.

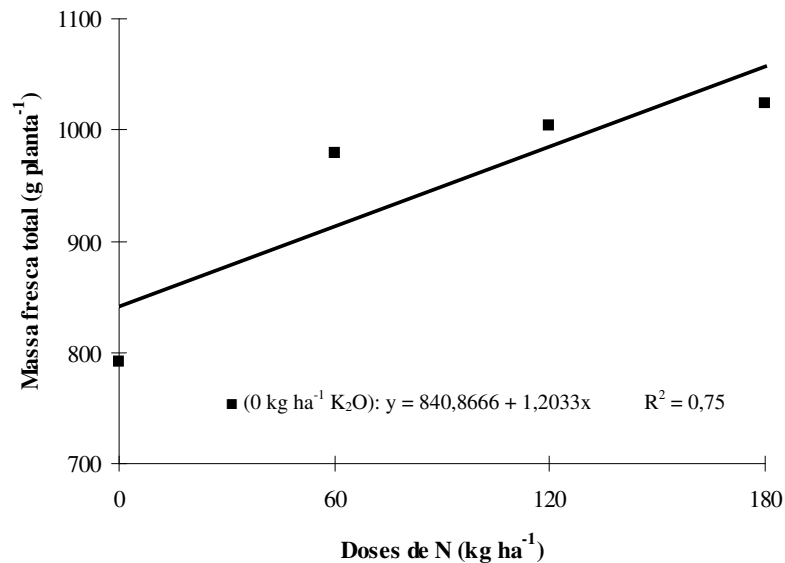


FIGURA 18: Massa fresca total da parte aérea de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos observados por Resende (2004) que, com a mesma cultivar e na mesma época de produção, obteve resposta positiva com a aplicação de nitrogênio em cobertura. Esses dados corroboram as observações relatadas por Garcia et al. (1982), em que os autores salientam que a totalidade ou quase totalidade do nitrogênio deve ser aplicada em adubação de cobertura.

Nas condições de Austrália, McPharlin et al. (1995) verificaram os maiores rendimentos na produção de alface quando utilizaram altas doses de nitrogênio (288,0 e 344,0 kg ha⁻¹), comprovando ser a cultura responsiva a maiores doses de N.

3.2 Massa fresca da parte comercial

A massa fresca da parte comercial foi afetada significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre os fatores (Tabela 11).

A análise de variância do desdobramento das doses de nitrogênio, dentro de cada nível potássio, demonstrou efeito significativo do N em todas as doses de K₂O adicional (Tabela 12).

TABELA 12: Resumo da análise de variância do desdobramento referentes à massa fresca total da parte aérea e massa fresca da parte comercial (g planta⁻¹), circunferência da cabeça comercial e comprimento de caule, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fonte de variação	GL	MFTP ¹	MFPC ²	CCC ³	CC ⁴
		Quadrados médios			
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	34.467,00*	22.959,44*	6,67*	0,18
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	24.184,88	12.701,77*	4,72*	0,06
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	12.342,55	3.891,66*	6,62*	0,36*
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	20.550,55	10.107,11*	4,42*	0,11
Resíduo	30	8.296,27	1.395,70	1,47	0,07
CV (%)		9,04	6,90	2,95	13,70
Médias		1.007,95	541,25	41,24	2,05

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹MFTP = massa fresca total da parte aérea; ²MFPC = massa fresca da parte comercial;

³CCC = circunferência da cabeça comercial e ⁴CC = comprimento de caule.

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, observa-se ajuste linear positivo na ausência de potássio aplicado em cobertura adicional à dose utilizada pelo produtor e quadrática positiva para as demais doses (60; 120 e 180 kg ha⁻¹). Por meio das equações, para as maiores dose de potássio adicionais, os máximos rendimentos estimados de massa fresca da parte comercial foram obtidos com o uso de 92,1; 94,9 e 63,8 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura

19). Com essas doses obtiveram-se os maiores rendimentos, que foram de 641,1; 587,5 e 571,8 g planta⁻¹, respectivamente.

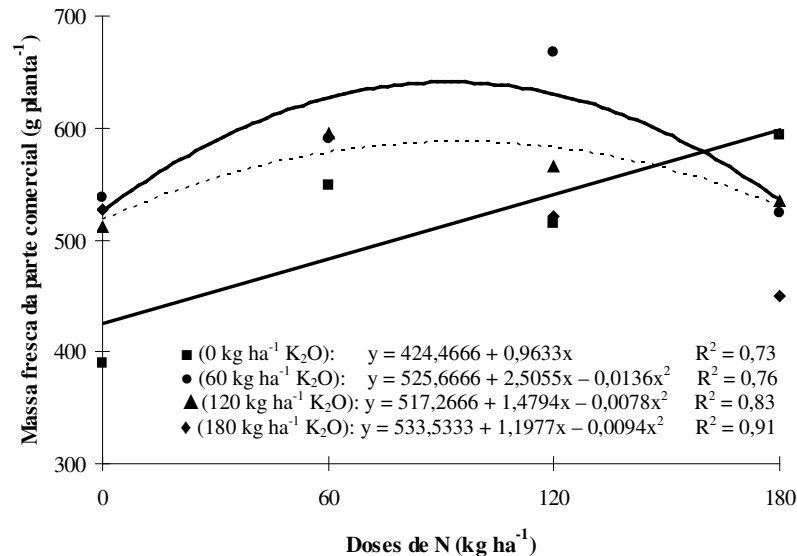


FIGURA 19: Massa fresca da parte comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

O resultado obtido neste trabalho são superiores aos obtidos por Bueno (1998) que, com a maior dose de nitrogênio utilizada (105,6 kg ha⁻¹), produziu o equivalente a 461,1 g planta⁻¹, sendo um pouco inferior ao observado por Resende (2004) que, com a dose de 102,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio, obteve um rendimento de 697,8 g planta⁻¹, nas condições de inverno e utilizando a mesma cultivar. Observa-se que as condições de inverno da região são consideradas ideais para o cultivo da alface tipo americana, por apresentar temperaturas dentro das variação citada por (Jackson et al., 1999), que varia de 21 a 25°C durante o dia.

3.3 Circunferência da cabeça comercial

A circunferência da cabeça comercial foi afetada significativamente pelos tratamentos com interação entre os fatores (Tabela 11).

No estudo das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se, com exceção da maior dose de potássio em cobertura adicional (180 kg ha⁻¹), efeito significativo do N para as demais doses (Tabela 12).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verifica-se que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste para as doses 0 e 60 kg ha⁻¹, ao passo que, para a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, o melhor ajuste foi apresentado pela equação linear negativa (Figura 20).

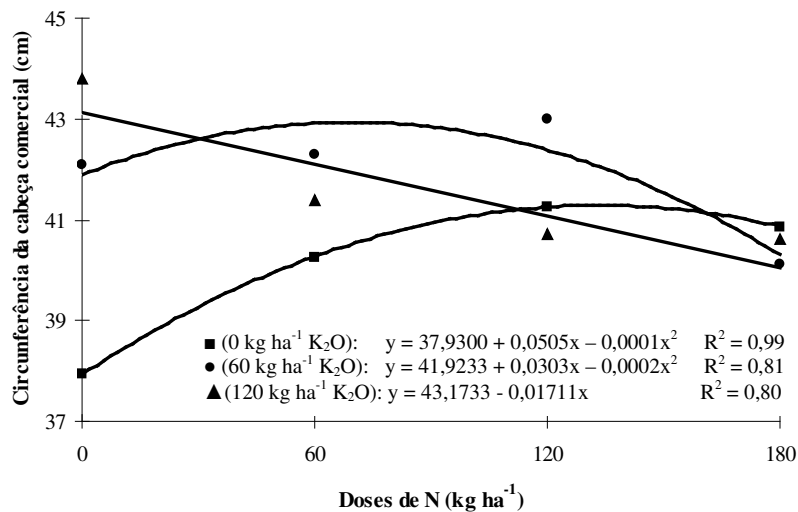


FIGURA 20: Circunferência da cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Por meio das equações, para as menores doses de potássio adicional (0 e 60 kg ha⁻¹), as maiores circunferências da cabeça comercial foram obtidas com

o uso de 132,6 e 73,3 kg ha⁻¹ de N adicional, respectivamente. Com essas doses, obtiveram-se as maiores circunferências, que foram de 41,2 e 43,0 cm, respectivamente.

Comparando os resultados deste trabalho aos de Bueno (1998), que obteve uma circunferência de cabeça de 44,9 cm, utilizando a cultivar Lorca, nas condições de inverno de Lavras, e de Resende (2004) que, com a cultivar Raider, obteve valores que oscilaram de 41,1 a 43,6 cm, verifica-se uma proximidade nos resultados. Como neste trabalho, esses autores observaram incremento da circunferência da cabeça comercial com o aumento das doses de nitrogênio aplicados em cobertura.

3.4 Comprimento de caule da parte comercial

A análise de variância do comprimento de caule da cabeça comercial apresentou diferença significativa apenas para a interação entre nitrogênio e potássio (Tabela 11).

No estudo das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N apenas na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura adicional (Tabela 12).

Por meio dos dados, quando submetidos à análise de regressão, observa-se que a equação de primeiro grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 21). Por meio dessa equação, constatou-se que com o aumento da dose de nitrogênio, ocorreu uma redução no comprimento de caule.

Esses resultados são discordantes dos relatados por Bueno (1998), que obteve aumento do comprimento de caule à medida que se elevaram as doses de nitrogênio. Entretanto, deve-se ressaltar que esse resultado está dentro do limite considerado normal, principalmente quando a alface é destinada à indústria,

devido o caule ser bastante reduzido, proporcionando menores perdas durante o processamento (Yuri et al., 2002; Resende et al., 2003).

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 (Resende, 2004).

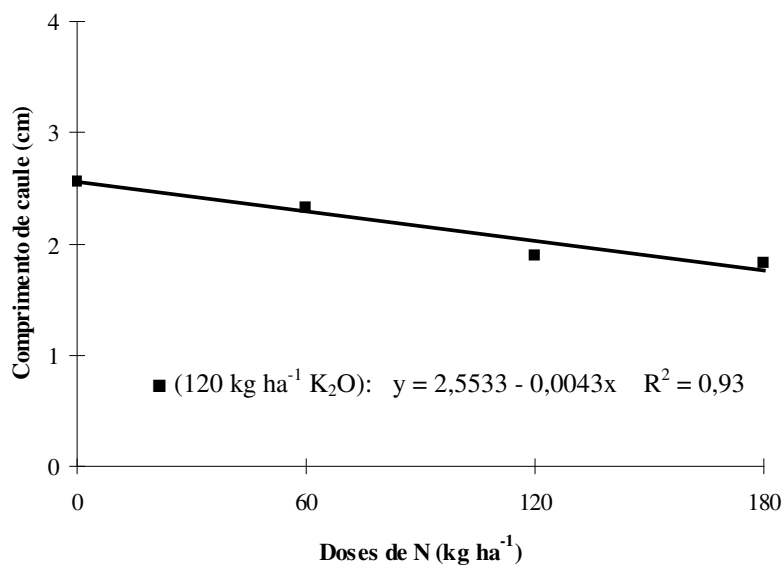


FIGURA 21: Circunferência da cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.5 Conservação pós-colheita

As análises de variância das notas relativas às avaliações da conservação em câmara frigorífica aos sete e quatorze dias após a colheita revelaram não haver nenhuma influência do aumento das doses de nitrogênio e potássio em adubação de cobertura, durante esse período. O aumento das doses desses

nutrientes proporcionou, em média, os mesmos resultados em termos de escala de notas (Tabela 13).

TABELA 13: Resumo da análise de variância das notas referentes à avaliação da conservação realizada aos 7, 14 e 21 dias após a colheita da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	7 dias	14 dias	21 dias
		----- Quadrados médios -----		
Nitrogênio	3	0,0052	0,0052	0,1180
Potássio	3	0,0052	0,0329	1,0208*
Nit. x Pot.	9	0,0052	0,0237	0,1550
Bloco	2	0,0052	0,2968*	0,5364
Resíduo	30	0,0052	0,0302	0,1697
CV (%)		1,45	3,54	10,04
Médias		4,9895	4,9062	4,1041

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Nas condições de inverno, as características qualitativas pós-colheita da alface tipo americana prolongam-se por um maior período de tempo, possibilitando, assim, maior tempo de armazenamento.

Esses resultados são semelhantes aos relatados por Resende (2004) que, nas avaliações aos 7 e 14 dias após a colheita, não obteve variação na qualidade da alface, ou seja, todos os tratamentos mantiveram-se perfeitamente conservadas.

De acordo com Decoteau et al. (1995), a alface tipo americana apresenta maior capacidade de conservação em relação a outros tipos de alface.

Quanto à avaliação da conservação da alface tipo americana realizada 21 dias após a colheita, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 13). Após esse período de armazenamento, constatou-se que essa característica foi influenciada pelo aumento das doses de potássio. Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, constata-se que a equação polinomial

de segundo grau foi a que apresentou o melhor ajuste (Figura 22). Por meio da equação, a melhor nota (4,5) foi obtida quando se aplicaram em adubação de cobertura adicional 111,6 kg ha⁻¹ de K₂O.

Chitarra & Chitarra (1990), com base em vários autores, afirmam que o nível de aplicação de fertilizantes está indiretamente relacionado com a qualidade pós-colheita de hortaliças, principalmente em termos de nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco.

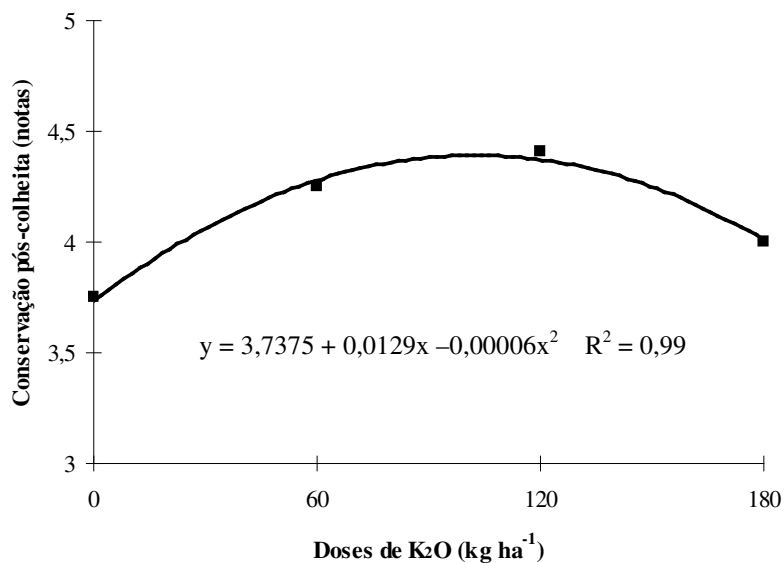


FIGURA 22: Conservação pós-colheita 21 dias após a colheita de alface tipo americana em função de doses de potássio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.6 Teor de macronutrientes na parte comercial

3.6.1 Teor de nitrogênio

Pelos dados da análise de variância do teor de nitrogênio, verifica-se que houve diferença significativa independente para as doses de nitrogênio e de potássio (Tabela 14).

TABELA 14: Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		N	P	K
Nitrogênio	3	26,0580*	0,5613*	5,8946*
Potássio	3	11,9680*	1,4891*	4,0013*
Nit. x Pot.	9	3,1623	0,2600*	0,5102
Bloco	2	13,9443	0,0627	0,2189
Resíduo	30	2,0521	0,0867	1,2660
CV (%)		4,97	7,37	4,23
Médias		28,8375	3,9958	26,6145

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		Ca	Mg	S
Nitrogênio	3	2,3769*	0,0072	0,1552*
Potássio	3	15,9202*	0,0927*	0,2618*
Nit. x Pot.	9	0,6119*	0,0077	0,0579*
Bloco	2	0,0433	0,0008	0,0308
Resíduo	30	0,0431	0,0035	0,0175
CV (%)		3,62	3,40	5,87
Médias		5,7291	1,7416	2,2520

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Verificou-se para as doses de nitrogênio resposta linear positiva à sua aplicação (Figura 23). Pela equação, verifica-se que com o incremento da dose

de nitrogênio, houve um aumento no teor de nitrogênio na parte comercial da alface tipo americana.

Os teores de nitrogênio obtidos neste trabalho foram semelhantes aos observados por Resende (2004). Outros autores também verificaram as mesmas respostas em termos de incremento no teor de nitrogênio na planta à medida que se elevou a dose desse nutriente no solo (Rushel, 1998; Alvarenga, 1999 e Silber et al., 2003).

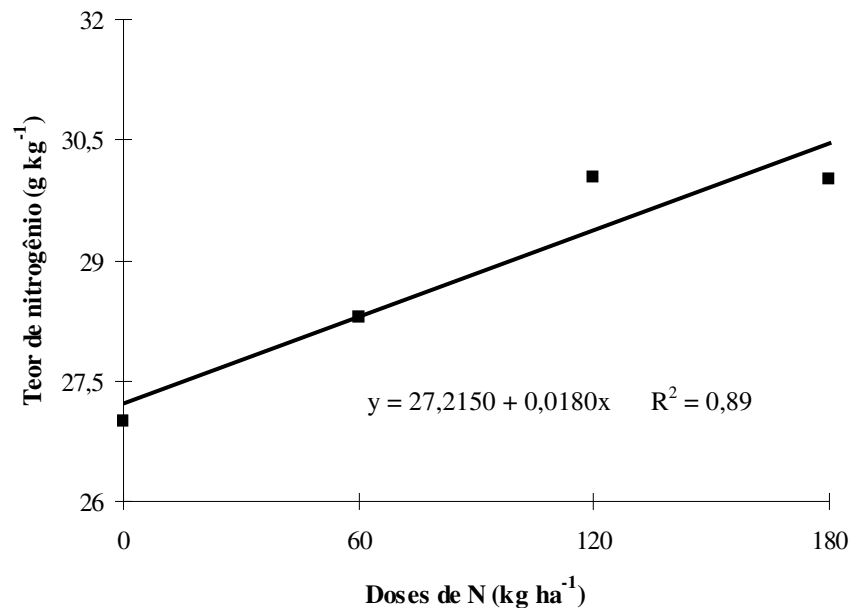


FIGURA 23: Teor de nitrogênio na cabeça comercial de alface tipo americana, em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Em relação às doses de potássio, essas apresentaram efeitos significativos sobre o teor de nitrogênio na cabeça comercial da alface tipo americana, sendo a resposta quadrática (Figura 24).

Verificou-se para o teor de nitrogênio um ponto de mínimo teor de nitrogênio ($27,7 \text{ g kg}^{-1}$) na dose $99,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O adicional à dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O empregada pelo produtor via fertirrigação.

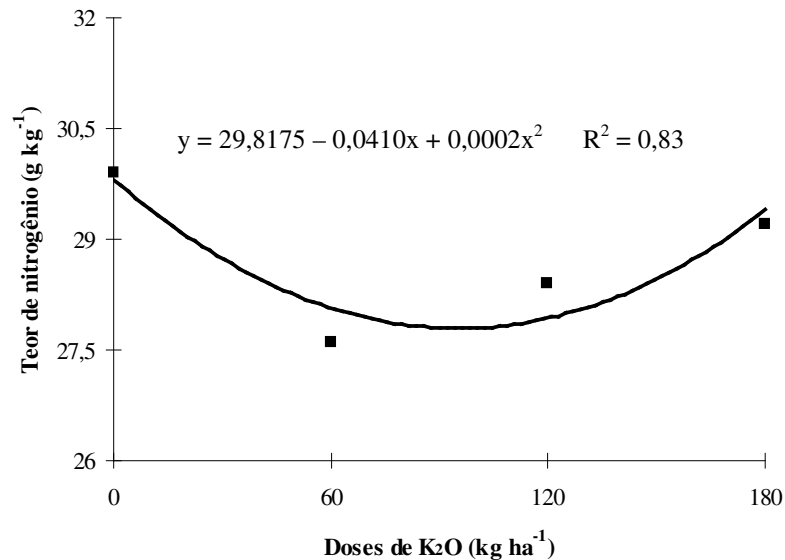


FIGURA 24: Teor de nitrogênio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de potássio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.2 Teor de fósforo

O teor de fósforo foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre os fatores (Tabela 14).

No estudo das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo para as doses 0 e 60 kg ha^{-1} de K_2O adicionais (Tabela 15).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, verifica-se que a equação de primeiro grau positiva foi a que apresentou o melhor ajuste nessas

doses de potássio (Figura 25). Para as duas doses de potássio, obteve-se incremento no teor de fósforo quando se elevaram as doses de nitrogênio.

TABELA 15: Resumo da análise de variância do desdobramento referentes ao teor de P, Ca e S na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		P	Ca	S
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,8941*	0,8297*	0,1563*
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,3363*	1,7300*	0,0830*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,0822	0,8900*	0,0777*
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,0288	0,7630*	0,0119*
Resíduo	30	0,0867	0,0431	0,0175

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Esses resultados são similares aos relatados por Ruschel (1998) e por Resende (2004), que observaram aumentos significativos nos teores de fósforo quando se elevaram as doses de nitrogênio.

Em pimentão, Nannetti (2001) verificou também um aumento no teor de fósforo com o aumento no fornecimento de nitrogênio associado a um nível mais baixo de potássio. De acordo com a autora, esse fato ocorre devido ao sinergismo existente entre o nitrogênio e o fósforo.

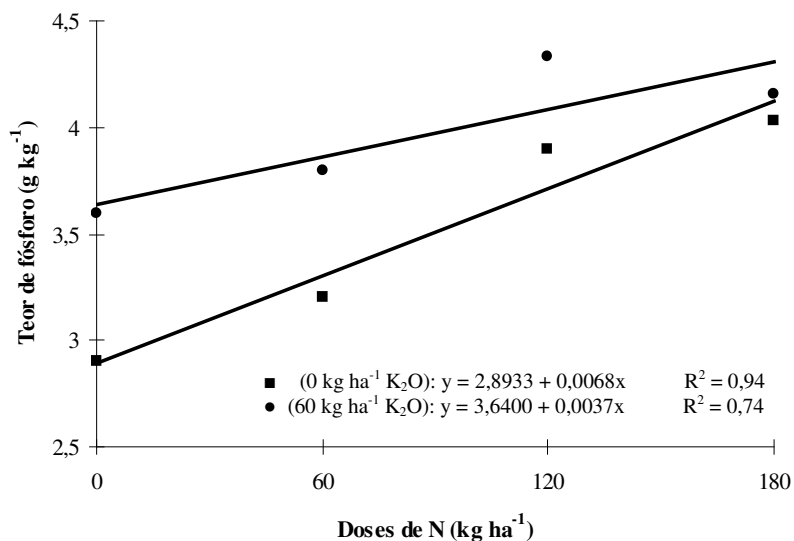


FIGURA 25: Teor de fósforo na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.3 Teor de potássio

O teor de potássio foi afetado significativamente apenas pelas doses de nitrogênio e de potássio isoladamente, sem ocorrência de interação entre os fatores (Tabela 14).

Verificou-se para as doses de nitrogênio resposta linear negativa à sua aplicação (Figura 26). Pela equação, verifica-se que com o incremento da doses de nitrogênio, houve uma redução no teor de potássio.

Esses resultados estão em concordância com os de Resende (2004), que obteve uma resposta negativa, ou seja, com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura, constatou redução nos teores de potássio na parte comercial da alface tipo americana.

Resende et al. (1997), trabalhando com adubação nitrogenada e potássica na cultura do milho, cita que o antagonismo entre esses dois nutrientes tem origem em adubações desequilibradas.

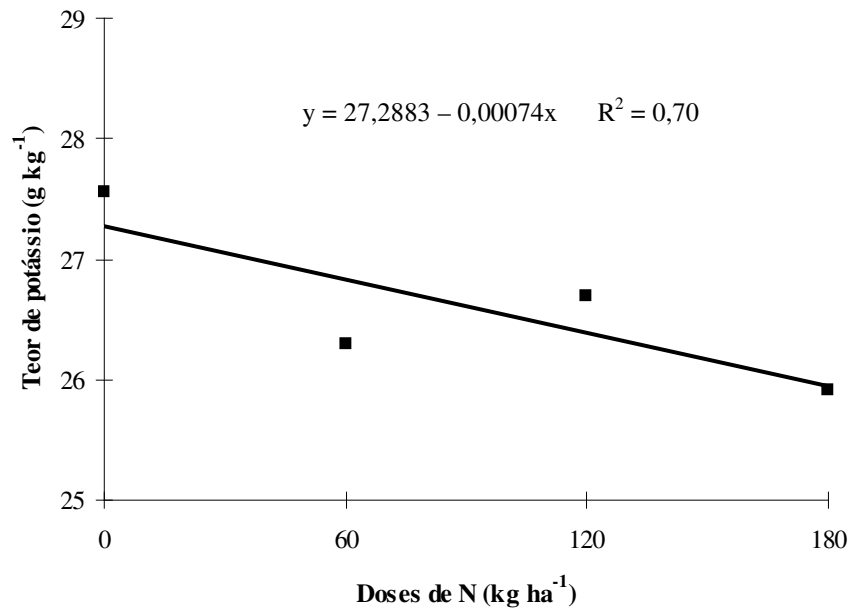


FIGURA 26: Teor de potássio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Em relação às doses de potássio, essas apresentaram efeitos significativos sobre o teor de potássio na cabeça comercial da alface tipo americana, sendo a resposta quadrática (Figura 27). Verificou-se para o teor de nitrogênio um ponto de máximo teor de potássio (27,1 g kg⁻¹) na dose de 68,1 kg ha⁻¹ de K₂O adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O empregada pelo produtor via fertirrigação.

Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos de Furtado (2001), que verificou 29,83 g kg⁻¹ para o teor de potássio, e inferiores aos de Alvarenga (1999) e de Resende (2004), que obtiveram teores próximos de 34 g kg⁻¹.

Nannetti (2001) informa que doses elevadas de potássio no solo não aumentam o teor desse nutriente nas plantas, pois a absorção pela planta é regulada pela concentração interna da mesma, dependendo do estado nutricional dessa.

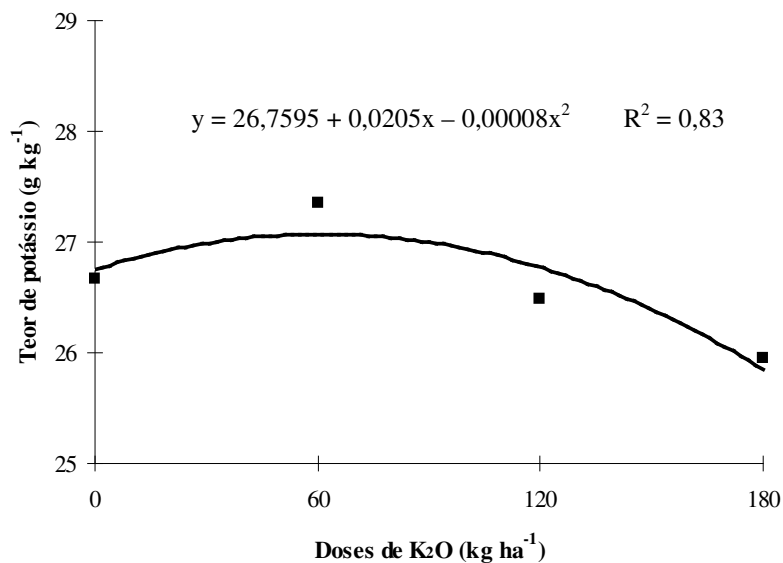


FIGURA 27: Teor de potássio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de potássio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.4 Teor de cálcio

O teor de cálcio foi influenciado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela sua interação (Tabela 14).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N em todas as doses de K₂O (Tabela 15). Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, observa-se que equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou os melhores ajustes para as doses 0 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, empregada pelo produtor via fertirrigação. Para essas doses, os pontos de máximo teor de cálcio na parte comercial da alface tipo americana foram 7,73 e 7,06 g kg⁻¹, nas doses de 151,0 e 89,2 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para as doses maiores (120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O), o melhor ajuste ficou por conta da equação de primeiro grau (Figura 28).

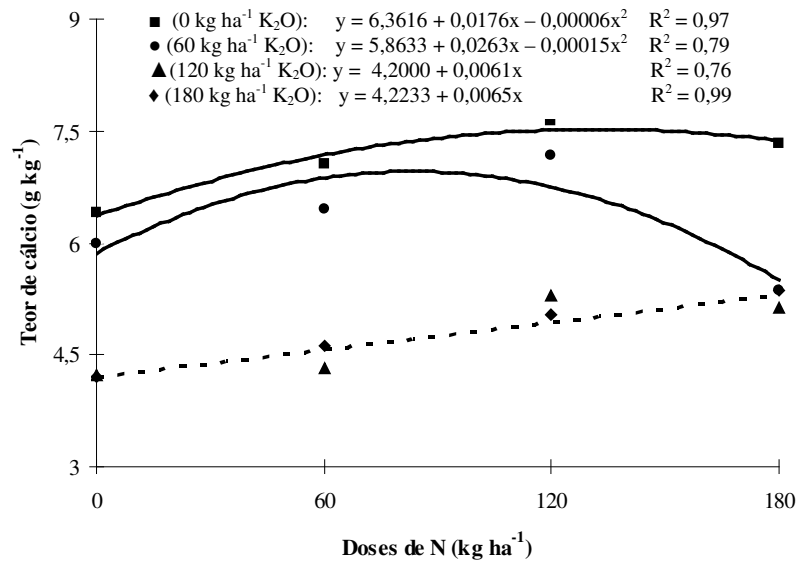


FIGURA 28: Teor de cálcio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Resende (2004), que trabalhou na mesma época de produção e com a mesma cultivar, avaliando os efeitos de doses de nitrogênio e molibdênio na cultura.

Resultados semelhantes também foram relatados por Ruschel (1998), que observou para a alface tipo crespa, cv. Marisa, concentrações crescentes de cálcio, à medida que se elevaram os teores de nitrogênio e potássio na solução.

Na cultura do pimentão, Silva (1998) e Nannetti (2001) também obtiveram respostas crescentes no teor de cálcio em função de doses de nitrogênio.

3.6.5 Teor de magnésio

Para o teor de magnésio, a análise de variância revelou existência de diferença apenas para as doses de potássio (Tabela 14), demonstrando que o teor desse nutriente variou em função das doses de potássio aplicadas em adubação de cobertura.

O melhor ajuste verificado foi o modelo linear negativo, ou seja, com o incremento das doses de potássio, houve uma redução nos teores de magnésio na parte comercial da alface tipo americana (Figura 29).

De acordo com Faquin (1994), altas doses de potássio no solo diminuem o teor de magnésio nas plantas, em função da inibição competitiva entre esses nutrientes. Sampaio (1996) obteve com a cultura do tomateiro uma redução no teor de magnésio, em função da elevação das doses de potássio no solo.

Os valores encontrados neste trabalho estão coerentes com os relatados por Resende (2004) que, nas mesmas condições, obteve como resultado teor de magnésio de $1,93 \text{ g kg}^{-1}$. Essa menor quantidade de magnésio observado decorre do fato de que a parte da planta analisada neste trabalho foi somente a cabeça comercial. Esses resultados corroboram o trabalho realizado por Furtado (2001)

que, trabalhando com a mesma cultivar, constatou uma diferença de 50% a menos no teor desse nutriente na parte comercial em relação às folhas externas.

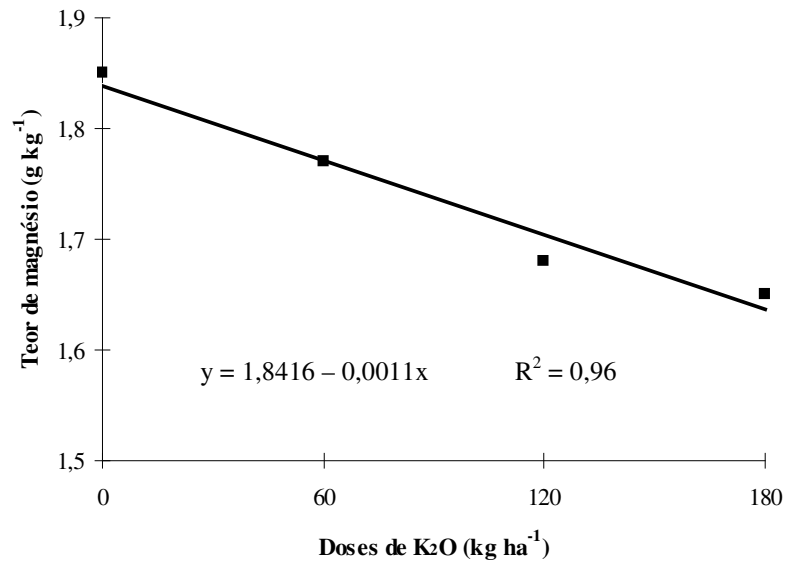


FIGURA 29: Teor de magnésio na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de potássio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.6.6 Teor de enxofre

O teor de enxofre foi afetado pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação significativa entre esses fatores (Tabela 14).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se, com exceção da dose 180 kg ha⁻¹, efeito significativo do N nas demais doses de potássio (Tabela 15).

Por meio dos dados, quando submetidos à análise de regressão, verificou-se que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou o melhor

ajuste nas doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O adicionais, e para a dose 60 kg ha⁻¹, o melhor ajuste foi obtido pela da equação de primeiro grau (Figura 30). Pela equação, para a dose 60 kg ha⁻¹ de K₂O, obteve-se o menor teor de enxofre, que foi de 2,28 g kg⁻¹, na dose de 90,0 kg ha⁻¹ de N em adubação de cobertura adicional. Para a dose de 120,0 kg ha⁻¹ de K₂O, obteve-se o maior teor de enxofre, que foi de 2,42 g kg⁻¹, quando se aplicaram 139,2 kg ha⁻¹ de N.

Os valores obtidos neste trabalho são concordantes com os de Resende (2004) que, nas mesmas condições, obteve como resultado teor de enxofre de 2,44 g kg⁻¹. Os teores de enxofre encontrados neste trabalho estão inseridos nos limites considerados adequados para a cultura, ou seja, de 2,00 a 5,00 g kg⁻¹ (Silva Júnior & Soprano, 1997).

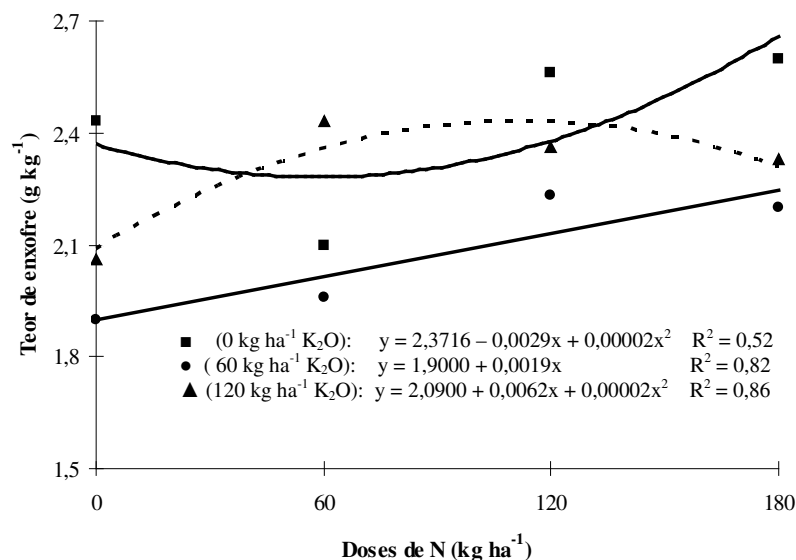


FIGURA 30: Teor de enxofre na cabeça comercial de alface tipo americana em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.7 Teor de micronutrientes na parte comercial

3.7.1 Teor de boro

A análise de variância do teor de boro na parte comercial da alface tipo americana revelou existência de diferença significativa apenas para as doses de potássio, demonstrando que o teor desse nutriente variou em função das doses de potássio aplicadas em cobertura, adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O empregada pelo produtor via fertirrigação (Tabela 16).

TABELA 16: Resumo da análise de variância dos teores de micronutrientes na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----		
		B	Cu	Fe
Nitrogênio	3	4,3427	7,4832*	3.462,9394*
Potássio	3	21,2683*	268,7826*	49.841,2816*
Nit. x Pot.	9	5,3044	6,1625*	2.219,5892*
Bloco	2	0,7558	0,1222*	64,0064
Resíduo	30	3,4700	0,3537	451,5529
CV (%)		10,85	5,19	15,01
Médias		17,1666	11,4697	141,5833

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----	
		Mn	Zn
Nitrogênio	3	120,6111*	77,3535*
Potássio	3	1.705,0850*	3.079,7840*
Nit. x Pot.	9	326,7175*	175,4785*
Bloco	2	7,9252	6,8508
Resíduo	30	11,5196	10,1639
CV (%)		8,40	6,90
Médias		40,3833	46,1854

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

O melhor ajuste verificado foi o modelo linear negativo, ou seja, com o incremento das doses de potássio, houve uma redução nos teores de boro na parte comercial da alface tipo americana (Figura 31).

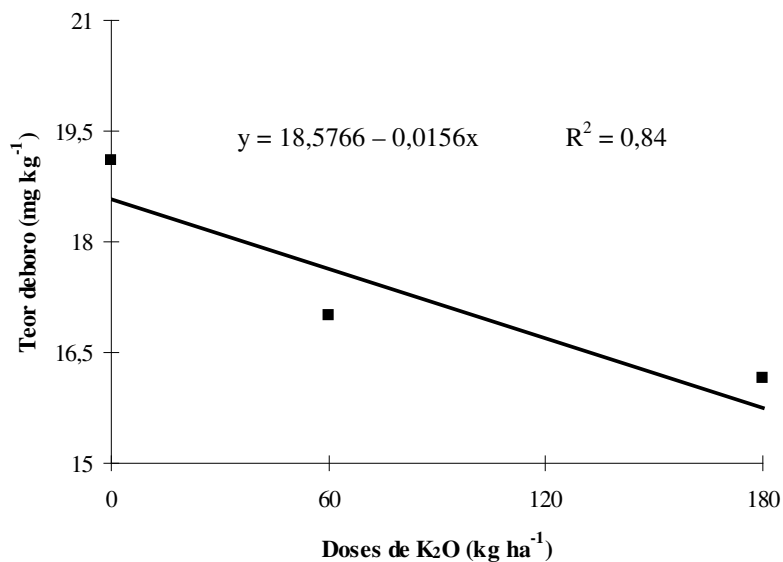


FIGURA 31: Teor de boro na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de potássio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Os teores de boro encontrados neste trabalho foram semelhantes aos observados por Resende (2004) e ligeiramente inferiores aos obtidos por Alvarenga (1999) que, com a mesma cultivar de alface tipo americana, constatou teores de boro de 26,69 a 29,22 mg kg⁻¹ e aos obtidos por Furtado (2001), que verificou teor médio de boro de 24,20 mg kg⁻¹, estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana, cv. Raider.

Entretanto, esses resultados não assumem importância, uma vez que os teores de boro encontram-se dentro do nível considerado normal para a cultura da alface (Weir & Cresswell, 1993).

3.7.2 Teor de cobre

O teor de cobre foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e de potássio, assim como pela interação entre esses fatores (Tabela 16).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N nas doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O empregada pelo produtor via fertirrigação (Tabela 17).

TABELA 17: Resumo da análise de variância do desdobramento referente aos teores de Cu, Fe, Mn e Zn na cabeça comercial da alface tipo americana, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----	
		Cu	Fe
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,4657	143,4722
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	23,5830*	9.342,2288*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	1,4322*	260,6986
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	0,4897	375,3075
Resíduo	30	0,3537	451,5529
Fontes de variação	GL	----- Quadrados médios-----	
		Mn	Zn
N: (0 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	26,1230	28,9230
N: (60 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	704,1941*	384,4297*
N: (120 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	213,7344*	89,7400*
N: (180 kg ha ⁻¹ K ₂ O)	3	156,7122*	100,6963*
Resíduo	30	11,5196	10,1639

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, constata-se para a dose 60 kg ha⁻¹, como melhor ajuste, uma equação polinomial de segundo grau, ao passo que, para a dose de 120 kg ha⁻¹, o melhor ajuste foi linear (Figura 32).

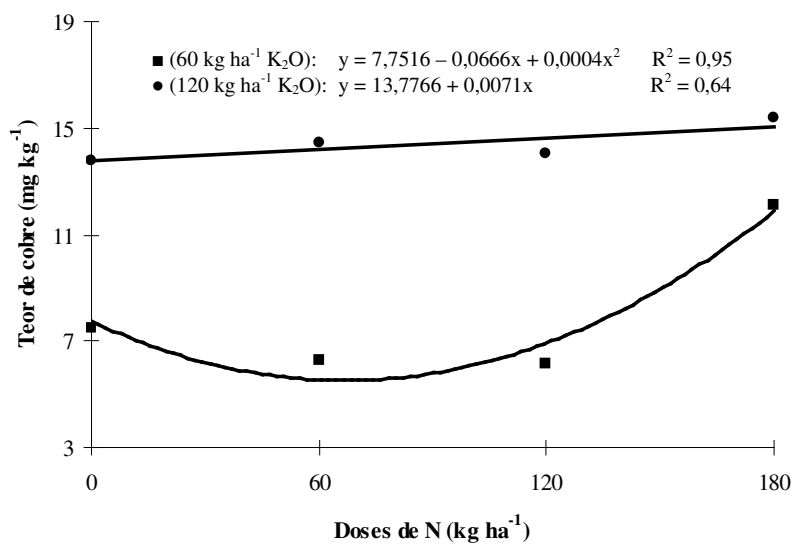


FIGURA 32: Teor de cobre na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Pela equação, para a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O adicional, obteve-se o teor mínimo de cobre de 5,44 mg kg⁻¹, quando se utilizaram 68,4 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado adicionalmente à dose de 30 kg ha⁻¹ de N empregada pelo produtor via fertirrigação.

Os teores de cobre encontrados neste trabalho foram semelhantes aos obtidos por Alvarenga (1999) e por Resende (2004) que, com a mesma cultivar de alface tipo americana, constataram teores médios de cobre de 8,40 e 7,69 mg

kg⁻¹, respectivamente. No entanto, foram inferiores aos obtidos por Furtado (2001), que verificou teor médio de cobre de 38,70 mg kg⁻¹, estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana, cv. Raider. Embora se constate uma grande variação nos valores encontrados, esses não assumem importância, uma vez que esses teores encontram-se dentro dos limites considerados normais para a cultura que, de acordo com Weir & Cresswell (1993), situa-se entre 7 e 80 mg kg⁻¹.

3.7.3 Teor de ferro

Pela análise de variância, verificou-se que o teor de ferro foi afetado significativamente pelo nitrogênio, pelo potássio e pela sua interação (Tabela 16).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N apenas na dose de 60 kg ha⁻¹ de potássio em cobertura adicional (Tabela 17).

Pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, observa-se que, para essa dose, há um aumento no teor de ferro em função do incremento das doses de nitrogênio (Figura 33).

Esses resultados são concordantes com os de Resende (2004) que, nas mesmas condições e época de produção, verificou efeitos positivos da aplicação de nitrogênio em cobertura para os teores de ferro. Entretanto, foram inferiores aos obtidos por Furtado (2001) que, com a mesma cultivar de alface tipo americana, encontrou uma tendência de maior teor de ferro com o incremento das doses de nitrogênio em adubação de cobertura, apesar de não ter constatado diferenças significativas entre as doses estudadas. De acordo com Weir & Cresswell (1993), plantas sadias apresentam teores de ferro que variam de 50,00 a 100,00 mg kg⁻¹.

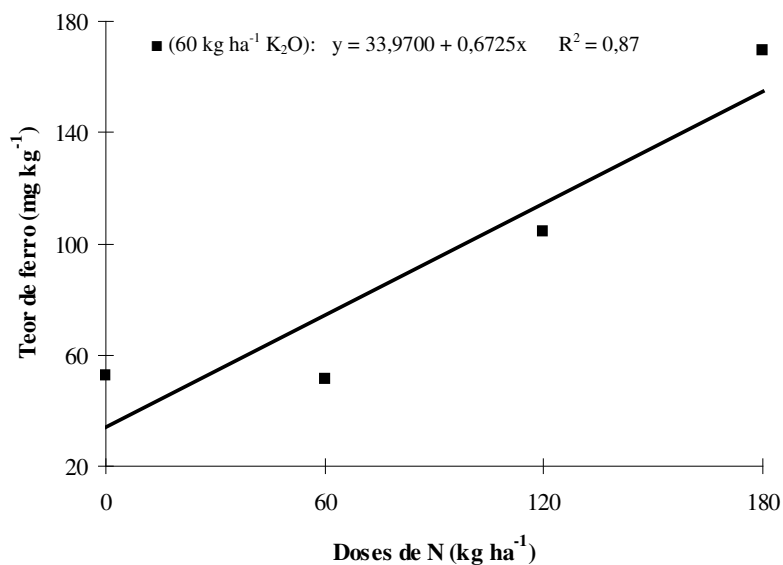


FIGURA 33: Teor de ferro na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

3.7.4 Teor de manganês

A análise de variância revelou que o teor de manganês foi afetado significativamente pelo nitrogênio, pelo potássio e pela sua interação (Tabela 16).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N para as doses 60; 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O empregada pelo produtor via fertirrigação (Tabela 17).

Quando submetido à análise de regressão, as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O apresentaram equações quadráticas, em que os valores mínimos nos teores

de manganês (20,68 e 38,76 mg kg⁻¹) foram atingidos com as doses 40,2 e 142,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. Na dose maior (180 kg ha⁻¹) de potássio, o melhor ajuste foi linear negativo, em que o incremento das doses de nitrogênio proporcionou redução do teor de manganês (Figura 34).

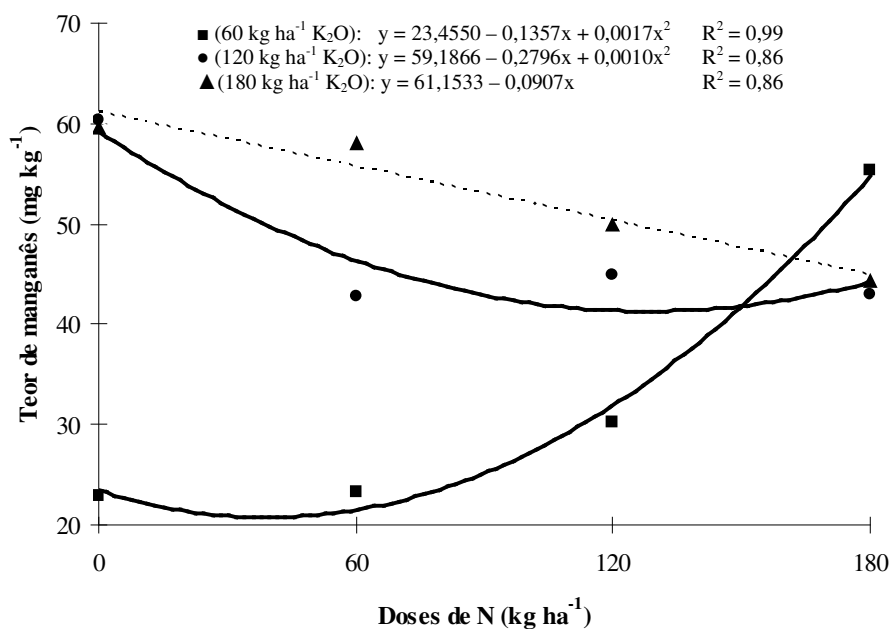


FIGURA 34: Teor de manganês na cabeça comercial de alface tipo americana, em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

Os teores de manganês encontrados neste trabalho foram inferiores e, na dose mais elevada de potássio (180 kg ha⁻¹), antagônicos aos observados por Resende (2004), que constatou aumento nos teores de manganês em função do aumento das doses de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura.

De acordo com Malavolta (1980), essa redução no teor de manganês ocorre em função do aumento da concentração de potássio no meio. No entanto,

os resultados deste trabalho encontram-se próximos dos limites considerados normais para a cultura, os quais, de acordo com Weir & Cresswell (1993) situam-se entre 50 e 300 mg kg⁻¹.

3.7.5 Teor de zinco

O teor de zinco foi afetado pelas doses de nitrogênio e de potássio, isoladamente, assim como pela interação entre os fatores (Tabela 16).

No estudo do desdobramento das doses de nitrogênio dentro de doses de potássio, constatou-se efeito significativo do N nas doses 60; 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, adicional à dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O empregada pelo produtor via fertirrigação (Tabela 17).

Para essas doses de potássio, pelos dados, quando submetidos à análise de regressão, constata-se que a equação polinomial de segundo grau foi a que apresentou melhor ajuste (Figura 35).

Apesar de não assumir importância do ponto de vista nutritivo, uma vez que os teores observados neste trabalho estão dentro de níveis considerados normais para a cultura da alface tipo americana, que vai de 25 a 250 mg kg⁻¹, segundo Weir & Creswell (1993), os valores encontrados foram semelhantes aos observados por Alvarenga (1999), Furtado (2001) e Resende (2004), que obtiveram teores médios de zinco de 44,65; 68,39 e 56,27 mg kg⁻¹, respectivamente.

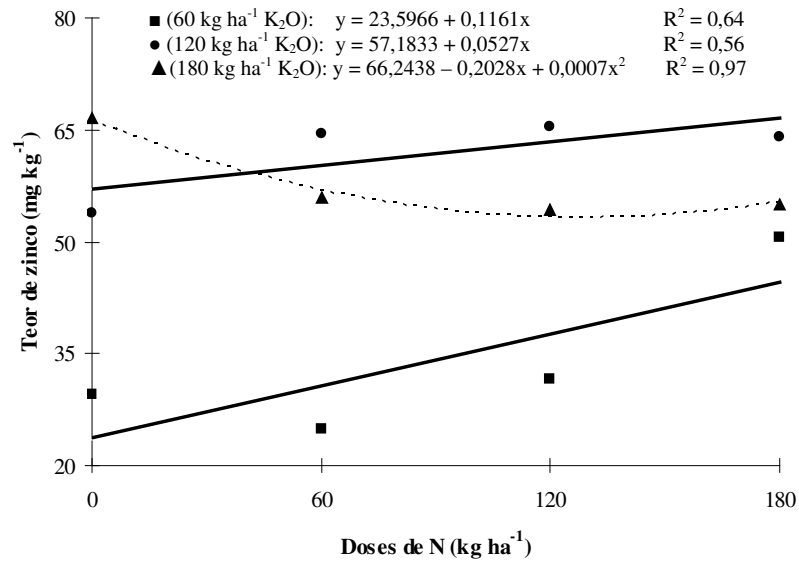


FIGURA 35: Teor de zinco na cabeça comercial de alface tipo americana em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, nas condições de inverno. Três Pontas, MG, 2003.

4 CONCLUSÕES

- A massa fresca total aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio e potássio em coberturas adicionais às doses aplicadas pelo produtor em seu sistema de plantio.
- O maior rendimento de massa fresca da parte comercial foi obtida com a dose de 92,1 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O em coberturas adicionais.
- Com o incremento das doses de potássio em função das doses de nitrogênio, verificou-se uma redução na circunferência da cabeça e no comprimento de caule.
- Para a conservação pós-colheita, a melhor dose de potássio aplicada em cobertura adicional foi de 111,6 kg ha⁻¹.
- As doses de nitrogênio e potássio em coberturas adicionais afetaram positivamente no incremento dos teores de macro e micronutrientes, à exceção dos teores de K e B, que evidenciaram uma resposta negativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana 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.
- ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-14, jun. 1986.
- BUENO, C. R. **Adução nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras:FAEPE, 1990. 293 p.
- DECOTEAU D. R.; RANWALA, D.; McMAHON M. J.; WILSON, S. B. **The lettuce growing handbook: botany, field procedures, growing problems, and postharvest handling**. Illinois: Oak Brook, 1995. 60 p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. n. p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 1999. 412 p.
- FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. 1994, 227 p.
- FERREIRA, D. F. **SisVar: sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatística).
- FURTADO, S. C. **Nitrogênio e fósforo na produção 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.

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**, Universidade de São Paulo. Piracicaba, v. 39, p. 349-362, 1982.

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

IBGE. **Organização do território - vilas e cidades**. Disponível em <http://www.Ibge.gov.br>. Acesso em 19 de setembro de 2002.

JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K. **Iceberg lettuce production in California**. Disponível em: <<http://www.vegetablecrops.ucdavis>>. Acesso em 24 out. 1999.

McPHARLIN, I. R.; AYLMORE, P. M.; JEFFERY, R. C. Nitrogen requirements of lettuce under sprinkler irrigation and tricle fetigation on a spearwood sand. **Journal of Plant Nutrition**. New York, v. 18, n. 2, p. 219-241, 1995.

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

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

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

RESENDE, G. M. 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**. Lavras. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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. 71-76, jan./mar. 1997.

RESENDE, G. M. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Efeito 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, nov. 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p. (5ª aproximação).

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.

SAMPAIO, R. A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. 1996. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

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 JÚNIOR, A. A.; SOPRANO, E. **Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais em alface**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 57 p.

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 de "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

WEIR, R. G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders 3**. Vegetable crops. Sydney, 1993. 105 p.

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. 2002.