



**NITROGÊNIO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO
E NUTRIÇÃO MINERAL DE ALFACE
AMERICANA CULTIVADA EM SUCESSÃO
AO FEIJÃO APÓS O POUSIO DA ÁREA**

SÉRVULO CASAS FURTADO

2001

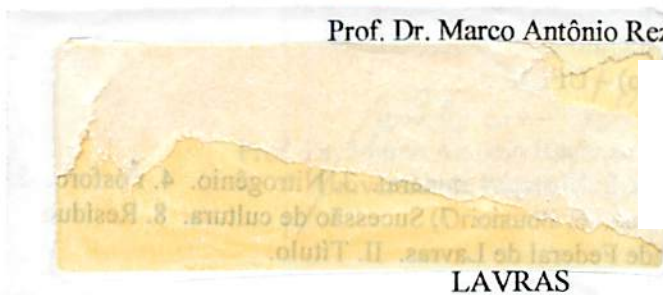
SÉRVULO CASAS FURTADO

NITROGÊNIO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL
DE ALFACE AMERICANA CULTIVADA EM SUCESSÃO
AO FEIJÃO APÓS O POUSIO DA ÁREA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “*Mestre*”.

Orientador

Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga



LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

SÉRVULO CASAS FURTADO

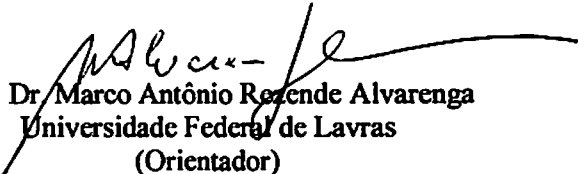
**NITROGÊNIO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL
DE ALFACE AMERICANA CULTIVADA EM SUCESSÃO
AO FEIJÃO APÓS O POUSIO DA ÁREA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “*Mestre*”.

APROVADA em 06 de Agosto de 2001.

Prof. Dra. Janice Guedes de Carvalho – DCS/UFLA

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva – ICA/UNIFENAS


Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga
Universidade Federal de Lavras
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Milton de Lima Furtado e Dulcirene Rodrigues Casas, pela dedicação, otimismo, caráter, dignidade, sabedoria, conselhos, apoio nos momentos difíceis de minha vida e amor aos filhos;

Aos meus irmãos, Calos José Casas Furtado e Neila Maria Casas Furtado, pela amizade e companheirismo ao longo da vida;

A Andréa Regina da Conceição Teixeira pelo apoio, incentivo e comunhão de idéias;

A meu filho Sérvulo Casas Furtado Júnior pela esperança e incentivo que representa em minha vida;

DEDICO.

*Triunfantes da luta voltando
Temos n'alma os encantos do céu
E na frente serena, radiante,
Imortal e sagrado troféu
O Brasil a exultar acompanha
Nossos passos portanto é subir
Que da glória a divina montanha
Tem no cimo o arrebol do porvir*

*Mas se audaz estrangeiro algum dia
Nossos brios de novo ofender
Lutaremos com a mesma energia
Sem recuar, sem cair, sem temer
E ergueremos, então, desta zonas
Um tal canto vibrante e viril
Que será como a voz do Amazonas
Ecoando por todo Brasil*

“Trecho do Hino Acreano” (Francisco Mangabeira)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado sabedoria, saúde, estímulo, força e perseverança durante o curso, para superar todas as dificuldades que surgiram.

À Universidade Federal do Acre e a todos os professores do Departamento de Ciências Agrárias, que possibilitaram a realização do curso de Engenharia Agrônômica, colaborando, dessa forma para o meu ingresso na Pós-Graduação.

À Embrapa Acre pela oportunidade concedida de ter sido bolsista do CNPq, atividade de grande relevância no contexto da iniciação científica, colaborando, dessa maneira, para o meu ingresso na Pós-Graduação.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, imprescindível para a realização do curso.

Ao professor Marco Antônio Rezende Alvarenga pela orientação, amizade, dedicação e conhecimentos transmitidos durante o curso de mestrado.

Aos professores Ernani Clarete da Silva e Janice Guedes de Carvalho pela participação na banca examinadora, pelas sugestões e contribuições para a elaboração final desta dissertação.

A Celeste Maria Amaral da Conceição e Luiz Costa Dantas pelo apoio, dedicação, amor e carinho a Sérvulo Casas Furtado Júnior durante minha ausência.

Aos Eng. Agr. Hilton Toshiaki Yoshino e Dehon Marcos de Oliveira Pereira pela colaboração e área cedida para a realização desse trabalho.

Ao casal de amigos, João Gomes da Costa e Tâmara Cláudia de Araújo Gomes, pelo estímulo e sugestões durante a graduação, os quais foram também de grande valia durante a Pós-Graduação.

À amiga Valdirene Maia Argolo pela amizade, convivência durante o curso e apoiou nos primeiros dias em Lavras, e ao amigo José Tadeu de Souza Marinho pela amizade, sugestões e ajuda.

A toda família acreana, Henrique, Nô, Pâmela, Giovana, Reginaldo, Alcivânia, Celeste, Lucas, Vanda, Laila, Beto, Gilson, Luciete, Brendon, Braian, Kelceane e Herbert, presentes em Lavras durante o curso, pela amizade e companhia.

Aos grandes amigos acreanos do pé rachado, Raimundo Nonato de Souza Moraes e Tadário Kamel de Oliveira, pela amizade, bravura, colaboração, estímulo, humildade e companheirismo nos momentos de alegria e tristeza vivenciados longe de casa.

Aos colegas da Pós-Graduação pela convivência e a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para a realização deste curso.

BIOGRAFIA

Sérvulo Casas Furtado, filho de Milton de Lima Furtado e Dulcirene Rodrigues Casas, nasceu em Rio Branco - Acre, no dia 8 de maio de 1974.

Iniciou o primeiro ciclo do ensino fundamental na Escola Humberto de A. Castelo Branco, em Rio Branco - Acre, no ano de 1981. Na Escola Batista Fernanda Trimble, em Rio Branco, no ano de 1983, fez o segundo ciclo, e nesta mesma cidade, em 1989, concluiu o ensino fundamental no Centro Educacional e Cultural Meta.

Em 1991, ingressou no ensino médio do Colégio Moderno na cidade de Rio Branco, concluindo o curso no ano de 1993.

Em 1994, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre – UFAC, graduando-se Engenheiro Agrônomo em 19 de março de 1999.

Selecionado pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras – UFLA, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, em Maio de 1999, concluindo em 06 agosto de 2001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 A cultura da alface	03
2.1.1 Cultivares	04
2.2 Absorção e disponibilidade de nutrientes	05
2.3 Adubação, teor e acúmulo de nutrientes	08
2.4 Nitrogênio na planta	13
2.5 Fósforo na planta	15
2.6 Fertirrigação	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Descrição geral	20
3.2 Cultivar utilizado	22
3.3 Planejamento experimental	22
3.3.1 Análise estatística	25
3.4 Implantação e condução do experimento	26
3.5 Características avaliadas	27
3.5.1 Matéria fresca da parte aérea	27
3.5.2 Matéria seca da parte aérea	27
3.5.3 Matéria fresca da parte comercial	28
3.5.4 Matéria seca da parte comercial	28
3.5.5 Diâmetro de cabeças	28
3.5.6 Número de folhas	28
3.5.7 Teor de nutrientes	28
3.5.8 Acúmulo de nutrientes	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Avaliação dos componentes de produção	30
4.1.1 Matéria fresca da parte aérea	30
4.1.2 Matéria seca da parte aérea	33
4.1.3 Matéria fresca da parte comercial	35
4.1.4 Matéria seca da parte comercial	37
4.1.5 Diâmetro de cabeças	39
4.1.6 Número de Folhas	40
4.2 Avaliação do estado nutricional das plantas	42
4.2.1 Teor e acúmulo de macronutrientes e micronutrientes nas folhas externas das plantas	42

4.2.1.1 Teores de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e zinco	42
4.2.1.2 Teor de potássio	44
4.2.1.3 Teor de cálcio	46
4.2.1.4 Teor de manganês	48
4.2.1.5 Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco	50
4.2.2 Teor e acúmulo de macronutrientes e micronutrientes na parte comercial das plantas	52
4.2.2.1 Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco	52
4.2.2.2 Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco	55
5 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	69

RESUMO

FURTADO, Sérvulo Casas. Nitrogênio e fósforo na nutrição mineral de alface americana cultivada em sucessão ao feijão após o pousio da área. Lavras: UFLA, 2001. 78p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)*

Objetivou-se avaliar o efeito do nitrogênio e fósforo na produção, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana cultivada em sucessão ao feijão após o pousio da área. O trabalho foi conduzido em área do sítio Sharneica, localizado na Rodovia BR-265, próximo à fazenda Limeira, zona rural de Lavras-MG. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram as 12 combinações entre as doses de nitrogênio (148, 208 e 248 kg/ha) e fósforo (200, 400, 600 e 800 kg/ha). Constatou-se que sobre as características matéria fresca da parte área, matéria fresca da parte comercial, diâmetro das cabeças e número de folhas das plantas, as adubações nitrogenada e fosfatada não exerceram nenhuma influência. No entanto, para a matéria seca da parte área e matéria seca da parte comercial, observou-se efeito linear decrescente para as doses de nitrogênio aplicadas. Com relação aos teores de N, P, Mg, S, B, Cu, Fe, e Zn nas folhas externas das plantas, não houve efeito dos tratamentos. Já para o teor de K, verificou-se aumento linear em função das doses de nitrogênio, enquanto, para o teor de Mn, observou-se o mesmo comportamento, só que em função das doses de fósforo. Para o teor de Ca, houve efeito quadrático decorrente das doses de fósforo, sendo constatado consumo de luxo para esses últimos três nutrientes. Contudo, não se observou efeito das doses de nitrogênio e fósforo com relação ao acúmulo dos nutrientes nas folhas externas e ao teor e acúmulo dos mesmos na parte comercial das plantas. O estado nutricional da cultura foi considerado normal. As folhas externas apresentaram-se mais exigentes em nutrientes do que a parte comercial das plantas. O plantio de alface americana, em sucessão ao feijão, seguido de pousio da área, apresentou uma produção elevada para o primeiro cultivo.

* Orientador: Marco Antônio Rezende Alvarenga – UFLA.

ABSTRACT

FURTADO, Sérvulo Casas. **Nitrogen and Phosphorus in production and mineral nutrition of crisphead lettuce cultivated in sequence to beans after uncultivating the area.** Lavras: UFLA, 2001. 78p. (Dissertation - Master of Science in Agronomy/Phytotechny)*

The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen, phosphorus, chemical contents and the accumulation of nutrients in the production of crisphead lettuce cultivated in sequence to beans after uncultivating the area. The work was conducted in the Sharneica farm located on the highway BR-265, near the Limeira farm, situated in the rural zone of Lavras-MG. An experimental delineation with four repetitions in casual blocks was utilized. The treatments were the 12 combinations among doses of nitrogen (148, 208 and 268 kg/ha) and phosphorus (200, 400, 600 and 800 kg/ha), respectively. It was proved that the fresh material of the ground and trading part, diameter of the heads, number of leaves of the plants and the nitrogen and phosphorus fertilizers did not carry out any influence on this type of characteristic. However, a decreasing linear effect was observed for the doses of nitrogen applied to the dry matter of the ground and trading parts, respectively. With relation to the amounts of N, P, Mg, S, B, Cu, Fe and Zn on external leaves of the plants, the effects of the treatments were not observed. On the other hand, a linear growth in function of the doses of nitrogen was verified for the amount of K, while the same behavior was observed for the amount of Mn. Only a quadratic effect in function of the doses of phosphorus and the amount of Ca, occurred due to the doses of phosphorus. Although, the effect of the nitrogen and phosphorus doses were not observed with relation to the accumulation of nutrients on external leaves and, amounts of accumulation of the same in commercial parts of the plants. The nutritional state of the culture was considered normal. The external leaves presented more exigent in nutrients than the commercial part of the plants. The plantation of crisphead lettuce, in sequence to beans, followed by uncultivated area, showed high production results for the initial cultivation.

* Adviser: Marco Antônio Rezende Alvarenga – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira atravessa uma fase em que, mais do que em qualquer época, torna-se justificável todo e qualquer esforço para o aprimoramento da produção, objetivando, assim, atingir ganhos em produtividade que permitam tornar o processo produtivo mais rentável, a fim de que os agricultores continuem em suas atividades.

A alface é uma das hortaliças mais consumidas no país, sendo considerada de grande importância na alimentação do brasileiro. A alface do tipo americana "Crisphead lettuce" vem sendo plantada principalmente para atender à demanda das empresas que atuam no ramo de alimentos "fast food", o que assegura a essa cultura importância econômica expressiva.

Assim como várias outras plantas olerícolas, a alface exige um fornecimento considerável de nutrientes prontamente solúveis, dentro de um curto período de intenso crescimento vegetativo.

Dentre os vários fatores de produção, cada vez mais ocupa lugar de destaque a necessidade do uso de uma adubação mais racional, tanto em termos quantitativos como da qualidade dos produtos agrícolas. Por outro lado, os adubos representam também uma razoável parcela nos custos de produção, justificando um esforço considerável do agricultor para, fazendo o uso mais eficiente dessa tecnologia, obter a produtividade máxima econômica.

A quantidade de nutrientes acumulados pela cultura indica a diminuição da fertilidade do solo e, conseqüentemente, auxilia no manejo da fertilidade do mesmo para as próximas safras. Dessa forma, o cultivo de plantas em sistema de rotação, após um período de pousio do solo, pode ser uma boa alternativa para o manejo da fertilidade do mesmo, principalmente para a produção de espécies de ciclo curto.

A contribuição dos adubos para o aumento da produtividade das culturas é da ordem de 30 a 50%, enquanto os demais fatores de produção (variedades melhoradas, sementes selecionadas, práticas culturais, controle de pragas e doenças, etc.) conjuntamente contribuem com os 50 a 70% (Alcarde, Guidolin e Lopes, 1998). Sem dúvida, o uso de tecnologia adequada é fundamental para se obterem ganhos de produtividade na agricultura.

O nitrogênio e o fósforo são nutrientes importantes para as culturas agrícolas, sendo que a deficiência dos mesmos pode ser caracterizada como um fator limitante da produção. No cultivo de alface é comum a utilização de doses altas de adubos minerais para atender à exigência nutricional da planta. A interação entre nutrientes pode eliminar desperdícios, evitar efeitos fitotóxicos e fornecer melhores informações para que se possa realizar manejo mais eficiente da adubação.

As desordens nutricionais, como a deficiência e a toxicidade, limitam a produção das culturas. Após a água, o fornecimento adequado de nutrientes é considerado um dos fatores mais limitantes na produção de plantas anuais.

Nos Oxissolos do Brasil, por exemplo, a quantidade adequada de nutrientes contribui com cerca de 40 a 50% da produtividade da maioria das culturas (Fageria, Stone e Santos, 1999).

Diante desse fatos, para que se possa ter êxito nos empreendimentos rurais, é necessário saber que a produção agrícola depende de uma série de fatores e que o mau desempenho de um pode comprometer todos os demais.

Dessa maneira, o conhecimento dos efeitos do nitrogênio e do fósforo na nutrição mineral de alface americana, cultivada após o descanso da área e em sucessão à cultura do feijão, será de grande importância, uma vez que fornecerá subsídios para que o manejo da cultura possa ser feito de forma mais eficiente e lucrativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, muito delicada, com caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas. Estas são grandes, lisas ou crespas, formando ou não cabeças. Sua coloração varia do verde-amarelo até o verde-escuro, sendo que algumas cultivares apresentam as margens arroxeadas (Filgueira, 2000).

As raízes são do tipo pivotante, podendo atingir até 60 cm de profundidade, porém apresentam ramificações delicadas, finas e curtas, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo (Filgueira, 2000). Esta faixa de exploração das raízes tem grande importância quando se faz uso da adubação e da irrigação (Santiago, 1990; Büchele e Silva, 1992).

Trata-se de uma cultura anual, sendo que a fase vegetativa de seu ciclo se encerra quando a planta atinge o maior desenvolvimento em suas folhas. Neste momento, a planta emite uma haste floral, que alcança até 100 cm de altura, terminando por uma inflorescência ramificada, com numerosas flores hermafroditas. É uma espécie autógama, sendo a taxa de fecundação cruzada pouco frequente (1-3%). A fase reprodutiva apenas interessa aos produtores de sementes e aos melhoristas. A alface é uma planta originária de regiões frias do Mediterrâneo, capaz de resistir a baixas temperaturas e geadas leves, sendo que temperaturas amenas favorecem o seu bom desenvolvimento (Filgueira, 2000).

Por outro lado, temperaturas elevadas, associadas a fotoperíodo longo, induzem o pendoamento precoce, tornando-a imprópria para a comercialização e, conseqüentemente, para o consumo. Entretanto, no Brasil, nas três últimas

décadas, têm sido selecionadas cultivares resistentes ao calor, propiciando o seu cultivo durante o ano todo com ótimo desempenho.

A alface americana é do tipo que forma cabeça compacta e cujas folhas possuem crocância, mantendo suas características em contato com alimento quentes e, por isso, sendo muito utilizada em sanduíches pelas rede “fast food” (Bueno, 1998).

Esse tipo de alface é adaptada ao clima seco predominante na Califórnia, uma das regiões em que é cultivada. Apresenta cabeças crespas, folhas imbricadas como repolho, consistentes e quebradiças, cor verde-esbranquiçada, com nervuras verdes destacadas e um aspecto geral pouco delicado; resistem bem ao transporte a longas distâncias (Filgueira, 2000).

Com o crescimento das redes “fast food” no Brasil, foi necessário, a produção da alface americana, até então pouco comercializada no país. A grande aceitação deste grupo de alface, no Brasil, se deve a sua boa conservação durante o período de armazenamento e principalmente a sua resistência às altas temperaturas na época de verão, possibilitando o cultivo durante a ano inteiro. Estas, após serem colhidas no campo, são lavadas, picadas, embaladas e distribuídas para a rede de consumo. Como a cultura é recente no Brasil, seu comércio, está restrito às redes “fast food”. O mesmo não ocorre nos Estados Unidos, onde a cultura já é tradicional e movimenta milhões de dólares, tendo alcançado, em 1994, mais de 82.500 ha, com valor estimado de US\$ 800 milhões (Mota, 1999).

2.1.1 Cultivares

Os cultivares comerciais são reunidos em diferentes grupos (Blanco, Groppo e Tessarioli Neto, 1997):

Grupo manteiga (butter-head) – apresentam folhas lisas e formam cabeças: Elisa, Regina, Brasil 303, Floresta, Áurea, Aurélia, etc.

Grupo de folhas crespas – apresentam folhas crespas e não formam cabeças: Grand Rápids, Verônica, Brisa, Elba (inverno), Vanessa (verão), etc.

Grupo de folhas crocantes (crisp-head) ou *americana* – apresentam folhas crocantes e grossas e formam cabeças: Great Lakes, MESA, Salinas, Tainá, Lorca, Rayder, etc.

2.2 Absorção e Disponibilidade de Nutrientes

O termo absorção corresponde à entrada de um elemento em forma iônica ou molecular nos espaços intercelulares ou em qualquer parte ou organela celular (parede, membrana, citoplasma, vacúolo, mitocôndria, cloroplasto etc.) (Malavolta, 1980).

O primeiro passo para o elemento ser absorvido é entrar em contato com a raiz, podendo isto ser estabelecido por três processos diferentes, em função do íon considerado (Vitti, 1988):

- a) **Interceptação radicular:** a raiz, ao se desenvolver num volume de solo, irá entrar em contato com as partículas da fase sólida e, portanto, com os nutrientes presos à mesma, podendo então absorvê-los.
- b) **Fluxo de massa:** é o caminho do íon numa fase aquosa móvel, com a mesma velocidade de toda solução. Assim, a quantidade do elemento que pode atingir as raízes é proporcional ao volume de

água absorvido e à concentração do dito elemento na solução do solo.

- c) **Difusão:** é o caminho do ion numa fase aquosa estacionária da solução do solo, de uma região de maior para outra de menor concentração.

A absorção de nitrogênio ocorre preferencialmente na forma de nitrato, sendo o fluxo de massa o principal mecanismo envolvido no transporte do nutriente até a superfície radicular. Para ser incorporado a compostos orgânicos, como aminoácidos, proteínas e outros compostos nitrogenados, o nitrato absorvido pelas raízes deve ser reduzido a amônia. Na maioria das plantas, essa redução ocorre nas folhas, sendo que, no citoplasma, o NO_3^- é reduzido a NO_2^- por meio da enzima redutase do nitrato, e no cloroplasto, o NO_2^- passa para NH_3 , mediado pela redutase do nitrito (Marschner, 1995).

O nitrogênio na forma de nitrato, que é uma forma livre não adsorvida ao solo, praticamente acompanha a água que entra na planta; daí por que o fluxo de massa é responsável pelo atendimento quase que total das necessidades da cultura (Raij, 1991).

A concentração do nutriente dentro da planta, numa determinada época, corresponde ao valor integral de todos os fatores que influenciam na concentração do elemento, na hora da coleta do material (Whitney, Cope e Welch, 1985).

A disponibilidade de fósforo para as plantas depende da quantidade adsorvida na superfície das partículas, da atividade na solução do solo e da capacidade do fósforo adsorvido em passar à solução, bem como do transporte na solução do solo até alcançar as raízes. O transporte do fósforo na solução do solo dá-se principalmente por difusão e é apontado como sendo o mecanismo limitante da disponibilidade desse nutriente. Assim, vários aspectos da

morfologia e fisiologia do sistema radicular podem favorecer a aquisição de P da solução do solo (Barber, 1962).

A absorção dos nutrientes por estágio de desenvolvimento da planta fornece uma indicação da época em que a planta absorve os nutrientes com maior ou menor intensidade (Fernandes, Oliveira e Haag, 1981).

Para o cultivar de alface americana Rayder, a absorção dos nutrientes acompanhou o crescimento da planta. Aos 14 dias (18,36 mg/planta de N; 2,06 mg/planta de P; 10,16 mg/planta de K; 6,88 mg/planta de Ca; 2,02 mg/planta de Mg e 0,85 mg/planta de S), aos 21 dias (71,03 mg/planta de N; 6,35 mg/planta de P; 28,77 mg/planta de K; 23,87 mg/planta de Ca; 6,16 mg/planta de Mg e 3,48 mg/planta de S), aos 28 dias (150,70 mg/planta de N; 11,24 mg/planta de P; 81,88 mg/planta de K; 54,80 mg/planta de Ca; 12,28 mg/planta de Mg e 7,21 mg/planta de S), aos 35 dias (449,22 mg/planta de N; 40,17 mg/planta de P; 247,99 mg/planta de K; 124,09 mg/planta de Ca; 28,95 mg/planta de Mg e 23,93 mg/planta de S), aos 42 dias (609,84 mg/planta de N; 79,22 mg/planta de P; 502,54 mg/planta de K; 244 mg/planta de Ca; 47,71 mg/planta de Mg e 59,48 mg/planta de S), aos 49 dias (847,91 mg/planta de N; 100,91 mg/planta de P; 504,14 mg/planta de K; 321,19 mg/planta de Ca; 70,47 mg/planta de Mg e 70,50 mg/planta de S) e aos 56 dias (1220,73 mg/planta de N; 191,14 mg/planta de P; 983,53 mg/planta de K; 529,58 mg/planta de Ca; 124,62 mg/planta de Mg e 97,32 mg/planta de S) (Alvarenga, 1999).

O crescimento da alface e, conseqüentemente, o acúmulo de nutrientes é lento até cerca de 30 dias após a emergência, aumentando rapidamente após este período. Apesar de absorver quantidades relativamente pequenas de nutrientes quando comparada com outras culturas, devido ao seu ciclo curto (50 a 70 dias, em função de cultivares, épocas e locais de cultivo), a alface pode ser considerada como exigente em nutrientes, principalmente na fase final do ciclo (Katayama, 1993).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o que tem merecido mais atenção por parte dos pesquisadores para a cultura da alface, posteriormente seguido pelo fósforo, potássio e cálcio (Nicoulaud, Meurer e Anghinoni, 1990).

O conhecimento da marcha de absorção de nutrientes pelas culturas, principalmente visando uma aplicação racional dos fertilizantes, é considerado de grande importância (Haag et al., 1981).

2.3 Adubação, Teor e Acúmulo de Nutrientes

O teor disponível de um nutriente em uma determinada condição depende, além das formas químicas em que o mesmo se encontra no solo, da capacidade de absorção da cultura, do desenvolvimento dos sistema radicular, do tempo de crescimento e, ainda, de condições climáticas e da disponibilidade dos outros nutrientes (Rajj, 1991).

Estudando o efeito da adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento sobre a produtividade de alface americana cv. Lorca, observou-se que as doses que proporcionaram um maior incremento na produtividade total e circunferência de cabeça foram, respectivamente, 80;13 e 71,65 kg de N/ha. Com relação à produtividade comercial, o número de folhas, o comprimento e o diâmetro do caule não atingiram um ponto de máxima com a maior dose utilizada, mostrando que responderiam ainda a uma quantidade de N superior à utilizada (Bueno, 1998).

Com o objetivo de avaliar a resposta da alface cv. Regina à fertilização nitrogenada, visando determinar quais eram as doses mais adequadas de nitrogênio para o rendimento da cultura, verificar como essas doses influenciaram a qualidade da alface produzida e a eficiência de utilização de nitrogênio, bem como avaliar o efeito das doses nas perdas de nitrogênio para o

ambiente, Rocio et al. (1999) observaram que o melhor rendimento foi obtido com a dose de 200 kg/ha, enquanto a melhor qualidade da alface foi obtida com a dose de 50 kg/ha.

Avaliando o crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana cv. Rayder em função de doses de nitrogênio e cálcio, verificou-se que a aplicação do Ca não teve influência significativa no teor dos macronutrientes na parte aérea da planta. O nitrogênio na parte aérea decresceu com o aumento das doses de cálcio aplicadas, não afetando, entretanto, o teor de normal deste nutriente na planta. As interações e os efeitos significativos dos tratamentos não tiveram importância do ponto de vista nutricional, uma vez que as características avaliadas foram normais para alface. A absorção dos macronutrientes se deu com maior intensidade próximo à colheita. O teor de cobre não sofreu influência de N e Ca, mas decresceu com a idade da planta. O acúmulo foi considerado inferior, mas com teor dentro da normalidade. O teor e acúmulo de boro foram influenciados por todas as fontes de variação; à medida que aumentaram os níveis de cálcio, decresceu a quantidade de boro na parte aérea. O teor de zinco foi normal. Já o teor de manganês teve influência apenas da época, enquanto o acúmulo recebeu influência de todas as fontes, decrescendo com o aumento dos níveis de cálcio. A absorção de todos os micronutrientes analisados foi considerada tardia. Nas características peso de matéria fresca e peso de matéria seca, verificaram-se diferenças para a interação época x nitrogênio x cálcio. Todos os tratamentos envolvendo cálcio e nitrogênio proporcionaram desenvolvimento normal das plantas até por volta dos 42 dias. À medida que aumentaram as concentrações de cálcio na solução, houve redução tanto no peso de matéria fresca quanto no peso de matéria seca. O número de folhas e o teor de matéria seca foram afetados apenas pela época e pelo cálcio. Entretanto, a variação observada para o cálcio foi mínima, não sendo importante do ponto de vista prático (Alvarenga, 1999).

Com o objetivo de comparar a eficiência de diferentes níveis de adubação nitrogenada em alface irrigada por gotejamento e sem irrigação, verificou-se que não houve diferença entre a produção de massa verde nos tratamentos irrigados e não irrigados. Isto se deve provavelmente à alta capacidade de armazenamento de água do solo (textura argilosa). Outro fator importante é que, neste período (2º bimestre de 2001), não ocorreram veranicos e a tensão da água no solo foi sempre baixa (Mezzomo et al., 2001).

Foi conduzido experimento em vasos, em casa de vegetação, em esquema fatorial 5x3, utilizando-se 5 doses de nitrogênio (0, 141, 283, 566 e 1132 mg/vaso de N, como uréia) e 3 cultivares de alface, Lucy Brown (americana), Vera (crespa) e Elisa (lisa). Verificou-se que a máxima produção teórica (626, 513 e 461 g/vaso) seria obtida com a aplicação de 742, 656 e 860 mg/vaso de N, respectivamente, para os cultivares Lucy Brown, Vera e Elisa e, que 75 e 84% da produção máxima da alface americana, 80 e 87% da alface crespa e 66 e 77% da alface lisa foram obtidas, respectivamente, com as duas menores dose de N (Mantovani, Ferreira e Cruz, 2001).

Estudando a resposta da cultura de alface à adubação fosfatada em 5 classes de solos diferentes (Areia Quartzosa, Latossolo Escuro, Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada e Podzólico Vermelho Amarelo), verificou-se que o maior peso da matéria fresca foi obtido pela alface cultivada no Latossolo Escuro na dose de 200 mg/kg de P. Porém, as diferentes doses de fósforo influenciaram no peso da matéria fresca da parte aérea e na matéria seca da raiz, mas não interferiram no peso da matéria seca da parte aérea. Os teores de Ca, P e Mg variaram nos diferentes tratamentos influenciados pelas doses de aplicadas de fósforo, concluindo-se que tanto as características intrínsecas dos solos estudados como as doses de fósforo aplicadas no experimento promoveram diferenças nas características agrônômicas avaliadas (Cânizares et al., 1998).

Com o objetivo de avaliar o efeito residual da aplicação a lanço e de incorporação de diferentes doses de superfosfato triplo e de composto de lixo na produção comercial de alface americana cultivar “Taina”, Mesquita Filho, Souza e Moita (1998) observaram que a análise estatística dos dados de produção de cabeças comercializáveis revelou efeito linear significativo para fósforo e quadrático para composto de lixo. As respostas máximas de produção de cabeças comercializáveis variaram de 9,71 t/ha, correspondente às doses de 400 kg de P_2O_5 e 40 t/ha de composto de lixo, a 12,79 t/ha para as doses de 553 kg de P_2O_5 /ha e de 76,95 t/ha de composto de lixo.

Utilizando diferentes doses de fósforo na produção de alface cv. Lucy Brown, verificou-se que à medida que aumentaram as doses de “P”, houve uma resposta considerável em ganho de peso tanto de raiz quanto de parte aérea em relação à testemunha, sendo observado sensível diferença da menor dose (0 mg P/kg de solo) para a maior dose (9450 mg P/kg de solo). Quando as doses de “P” foram aumentadas, as diferenças entre tratamentos se reduziram, evidenciando um limite em adubação fosfatada para a cultura da alface (Oliveira et al., 1998).

Com a aplicação de 5 doses de cloreto de potássio (0, 50, 100, 200 e 300 kg/ha) via fertirrigação na produção de alface americana cv. Lorca, observou-se que a dose de potássio que proporcionou os melhores resultados para as características de produção total, produção comercial, número médio de folhas internas, diâmetro médio do caule, peso médio do caule e peso médio de raiz foi de 133,77 kg/ha. O potássio não teve influência no número médio de folhas externas, no peso médio de folhas externas e no comprimento do caule. As altas doses de cloreto de potássio, acima de 200 kg/ha, foram prejudiciais à produção de alface americana (Mota, 1999).

O rendimento e a concentração de nutrientes em função das adubações orgânica e mineral em alface cv. Babá foram estudados por Rodrigues e Casali (1999). Estes autores verificaram que a produção de matéria fresca da parte

aérea foi influenciada pelas doses de composto orgânico (C), pelos níveis de adubo mineral (M) e pela interação C x M. As produtividades máximas foram estimadas em 119,5; 119,4 e 153,9 g/planta, com as doses de 37,7; 18,9 e 13 t/ha de composto, nos níveis 0, 1 e 2 de adubo mineral, respectivamente. As doses de composto orgânico promoveram aumentos menos acentuados em relação à adubação mineral nas concentrações foliares de N; elevaram as concentrações de P, K e Na e diminuíram as de Ca, demonstrando que as doses de adubos orgânicos provocam excesso de cátions monovalentes, prejudicando a absorção de Ca.

Objetivando avaliar o efeito de diferentes compostos orgânicos e formas de aplicação do adubo sobre o teor de nutrientes em duas cultivares de alface (Vitória Verde Clara e Brasil 48), Ricci et al. (1995) verificaram que embora os compostos orgânicos não tenham aumentado os teores de nutrientes na matéria seca, exceto do K, conseguiu-se obter teores de P, Ca, Mg e S estatisticamente iguais à testemunha química. A utilização de composto diminuiu significativamente o teor de nitrato nas plantas. O composto tradicional não diferiu do vermicomposto.

Utilizando vermicomposto na nutrição de duas cultivares de alface (Regina e Carolina) em ambiente protegido, verificou-se que o acúmulo de nutrientes acompanhou a produção de matéria seca, lenta no início e aumentando após 29 dias. A adubação em cobertura em ambiente protegido requer manejo especial, pois nos últimos 10 dias foram verificadas extrações entre 64-80% do total de nutrientes para o cultivar Regina e entre 68-78% para o cultivar Carolina, os maiores acúmulos de P, K, Ca e Mg no tecido foliar foram obtidos com adubo químico e vermicomposto líquido de erva-mate + café, aplicado em cobertura (Quijano e Fernandes, 1999).

A resposta da alface à adubação orgânica (mistura de palhada de milho e esterco bovino) revelou que o composto orgânico promoveu teores maiores dos

nutrientes no substrato do que o adubo mineral, sendo o K e Na proporcionalmente maiores que Ca, Mg e P. Os cultivares mais responsivos ao composto orgânico apresentaram, com esta fonte de adubação, maior eficiência na utilização do N, indicando que esta foi uma característica determinante na resposta dos cultivares ao composto orgânico. A disponibilidade de K reduziu a absorção de Ca e Mg e os cultivares mais responsivos tenderam a ser mais eficientes para absorver ou translocar Ca e Mg com o uso dessa fonte (Rodrigues e Casali, 1998).

2.4 Nitrogênio na Planta

O nitrogênio é o nutriente encontrado em maior proporção no vegetal. Sua principal função está na síntese de proteínas, promovendo, além disso, o rápido crescimento vegetativo e melhorando a qualidade das culturas folhosas (Vitti, 1988).

O nitrogênio entra na composição de todas as proteínas simples e compostas que constituem a principal parte componente do citoplasma das células vegetais e na composição dos ácidos nucléicos (ribonucléicos e desoxiribonucléicos), que têm papel exclusivo no metabolismo do organismo. O nitrogênio está presente na clorofila, nos fosfatídeos, nos alcalóides, nas enzimas e em muitas outras substâncias orgânicas das células vegetais (Pinheiro e Barreto, 1996).

O nitrogênio na planta é inicialmente reduzido à forma amoniacal e combinado nas cadeias orgânicas, formando ácido glutâmico; este, por sua vez, é incluído em mais de uma centena de diferentes aminoácidos. Desses, cerca de 20 são usados na formação de proteínas. As proteínas participam como enzimas nos processos metabólicos das plantas, tendo, assim, uma função mais funcional do que estrutural. Além disso, o nitrogênio participa da composição da molécula da

clorofila. Plantas deficientes em nitrogênio apresentam-se amareladas e com crescimento reduzido. A clorose se desenvolve primeiro nas folhas mais velhas, com as mais novas permanecendo verdes. Em casos de deficiências severas, as folhas adquirem coloração marrom e morrem. O fato de as folhas mais novas das plantas conservarem-se verdes, em condição de deficiência de nitrogênio, é um indicativo da mobilidade do nutriente nas plantas. As proteínas translocam-se das folhas deficientes e são reutilizadas nas folhas mais novas. Plantas deficientes em nitrogênio têm seu ciclo encurtado (Raij, 1991).

Com nutrição nitrogenada normal das plantas, a síntese de matérias protéicas, intensifica-se, mantém mais a vitalidade do organismo, acelera o crescimento e retarda a murcha das folhas. As folhas formam potentes talos e folhas de intensa cor verde, crescem e ramificam bem e têm melhorados a formação e o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. Como resultado, aumentam bruscamente os rendimentos e o conteúdo de proteína na colheita. O aumento de albuminidade melhora a qualidade de colheita, mas nem todo aumento de matéria nitrogenada eleva o valor comercial do cultivo. Por exemplo, sob influência de alimentação excessiva de nitrogênio ao final do período de vegetação, acumulam-se muitos compostos não protéicos, principalmente aminoácidos, e como resultado a resistência das plantas às pragas, doenças e viroses é reduzida (Pinheiro e Barreto, 1996).

Sendo a cultura da alface composta basicamente por folhas, esta responde mais ao fornecimento de nitrogênio, nutriente que requer um manejo especial quanto à adubação, por ser muito lixiviável e pelo fato de a cultura absorver cerca de 80% do total extraído nas últimas quatro semanas do ciclo. A deficiência de nitrogênio em alface retarda o crescimento da planta, induz ausência ou má formação da cabeça, as folhas mais velhas tornam-se totalmente amareladas e desprendem-se da planta com facilidade. Por outro lado, se aplicado em demasia em adubação de cobertura no último terço do ciclo, as

cultivares que formam cabeça apresentam menor firmeza, o que pode ser prejudicial à comercialização (Katayama, 1993).

2.5 Fósforo na Planta

A influência do fósforo sobre a vitalidade das plantas é muito variada. A boa nutrição fosfórica não só eleva consideravelmente a colheita dos cultivos agrícolas como melhora visivelmente sua qualidade (Pinheiro e Barreto, 1996).

O fósforo é absorvido preferencialmente como H_2PO_4^- , conseqüência não só do efeito do pH na abundância dessa espécie iônica em solução, mas também de um marcante decréscimo de absorção de fósforo com a elevação do pH da solução. Após a absorção, o fósforo é quase que imediatamente incorporado a compostos orgânicos. O fósforo participa de um grande número de compostos das plantas, essenciais em diversos processos metabólicos. O elemento está presente, também, nos processos de transferência de energia. O seu suprimento adequado, desde o início do desenvolvimento vegetal, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas (Raj, 1991).

O fósforo em forma mineral é rapidamente incorporado a compostos orgânicos: 10 minutos depois da absorção, 80% do fósforo podem ser encontrados com fosfohexases e difosfato de uridina. No transporte para o xilema, podem aparecer na seiva bruta o elemento fosforil coalina e ésteres de carboidrato. Altas concentrações de Ca, Cu, Fe e Zn e um pH pouco ácido podem determinar precipitação do fósforo inorgânico nos vasos do xilema. A redistribuição do fósforo pelo floema é das mais rápidas, e o elemento aparece como fosforil colina principalmente. Ocorrendo deficiência, o fósforo não metabólico localizado no vacúolo pode sair, sendo redistribuído para os órgãos mais novos, cujo crescimento cessa quando acaba tal reserva (Malavolta, 1980)

Em quantidades adequadas, o fósforo estimula o desenvolvimento radicular, é essencial para a boa formação de frutos e sementes e incrementa a precocidade da produção. Esse nutriente, ao contrário do que acontece em solos, apresenta alta mobilidade na planta, transferindo-se rapidamente de tecidos velhos para regiões de meristema ativo. Mesmo assim, a deficiência do nutriente tem efeitos drásticos em retardar o crescimento de uma maneira geral, de forma que sintomas da carência não são marcantes, manifestando-se mais como uma parada do crescimento. Os sintomas em geral aparecem em folhas mais velhas, que apresentam cor verde escura. Em algumas plantas ocorre, no talo, coloração avermelhada, graças ao aumento de antocianina (Raij, 1991).

A insuficiência de fósforo, detém o crescimento dos cultivos e retarda a maturação da colheita. Entretanto, deve-se assinalar que o excesso de fósforo conduz ao pior aproveitamento dele pelas plantas, já que, neste caso, muitos fosfatos encontram-se em forma mineral, sobretudo nos órgãos vegetativos (nas sementes, até 90% do fósforo encontram-se em compostos orgânicos). Com excesso de fósforo, as plantas amadurecem antes do tempo, sem poder produzir uma boa colheita (Pinheiro e Barreto, 1996).

A deficiência de fósforo na cultura da alface, reduz em muito o crescimento da planta, havendo má formação da cabeça, as folhas velhas apresentam coloração verde-opaca, podendo mostrar tonalidades vermelho-bronze ou púrpura (Katayama, 1993).

2.6 Fertirrigação

Fertirrigação é o processo de aplicação simultânea de água e fertilizante às plantas, por meio de sistemas de irrigação. Com a expansão da microirrigação, tornou-se imperativo o emprego desses sistemas para a aplicação de fertilizantes, pois têm características estruturais e operacionais favoráveis a

essa prática. As principais vantagens da fertirrigação são: eficiência e economia de fertilizantes e mão-de-obra, aplicação da dosagem correta na profundidade adequada, possibilidade de veiculação de diversos tipos de produtos, menor risco, maior facilidade de aplicação e versatilidade de uso em qualquer tipo de solo (Marouelli, Silva e Silva, 1996).

A fertirrigação é efetuada através da adição de pequenas quantidades de fertilizantes durante todo o período de crescimento das plantas, sem causar problemas de deficiência ou toxidez de nutrientes. A aplicação em doses pequenas evita a lavagem dos fertilizantes, o que é comum na adubação convencional; mantém o nível ideal de nutrientes no solo e permite um melhor aproveitamento do adubo que, dissolvido na água, será facilmente absorvido pelas plantas (Pinto e Soares, 1990).

A prática da fertirrigação não é exclusiva da irrigação por gotejamento, porém é o sistema no qual se pode conseguir melhor eficiência na aplicação de adubos, pois os nutrientes são aplicados somente na região do sistema radicular e com maior uniformidade de distribuição (Abreu et al., 1987).

Problemas de ordem nutricional nas plantas cultivadas são freqüentes, uma vez que os elementos minerais que não são absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumularem na camada superficial do solo, provocando antagonismo entre os nutrientes, com reflexos negativos sobre o rendimento (Andriolo, 1996). Uma alternativa para superar os problemas de ordem nutricional e preservar a sanidade do sistema radicular é o cultivo em substratos com fertirrigação (Andriolo et al., 1997).

Na Espanha, a irrigação localizada é bastante utilizada (mais de 40 mil hectares), mesmo em regiões em que a qualidade e quantidade da água de irrigação não são problemas fundamentais, pela possibilidade de fazer fertirrigação diária em função da fotossíntese e exatamente à medida necessária

para a planta, também de controlar possíveis contaminações que podem surgir através do excesso transitório de fertilizantes no solo (Cadahia, 1995).

Em alguns países, como Estados Unidos, Israel e Itália, a fertirrigação tornou-se uma técnica de uso generalizado, principalmente com o desenvolvimento dos modernos sistemas de irrigação e da qualidade dos fertilizantes líquidos. No Brasil, a difusão de novas tecnologias em irrigação, a introdução de fertilizantes líquidos pelos fornecedores de insumos no mercado, o custo crescente de mão-de-obra, a necessidade de maximizar a eficiência de utilização dos insumos e implementar a rentabilidade do sistema produtivo agrícola, especialmente em áreas do cerrado e do trópico semi-árido, fazem com que a projeção econômica da fertirrigação assuma enorme dimensão, potencializando sua perspectiva de utilização (Frizzone e Botrel, 1994).

Comparando a adubação convencional de nitrogênio com a aplicação do mesmo via fertirrigação para a cultura da alface, observou-se superioridade da fertirrigação em todos os níveis de adubação testados. Houve maior eficiência na absorção de nitrogênio pelas plantas, as quais apresentaram um maior número de folhas, maior altura, maior diâmetro de cabeça e caule e uma maior produção de matéria seca. A produtividade atingida pela cultura no sistema convencional com 60 kg de N/ha foi atingida com apenas 12 kg de N/ha no sistema de fertirrigação. A cultura produziu 5,57 t/ha a mais no sistema de fertirrigação do que no convencional (Kalil, 1992).

A fertirrigação comparada com a adubação convencional para a cultura da alface, apresentou um uniformidade de plantas mais eficientes devido principalmente a ausência de altas concentrações de nutrientes, freqüentes no sistema convencional (Slangen, Titulaer e Glas, 1988).

A adubação nitrogenada via fertirrigação para o cultivar de alface Regina 440 promoveu aumento no diâmetro de cabeça das plantas e na

produtividade da mesma, cuja variação foi de 13-49 t/ha no sistema convencional de adubação para 18-80 t/ha na da fertirrigação (Alves, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição geral

O trabalho foi conduzido em área do sítio Sharneica, de propriedade de Dehon Marcos de Oliveira Pereira, produtor de alface americana, no município de Lavras, MG.

O município de Lavras está situado ao sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude S e 45°00' de longitude W, a uma altitude de 918 metros (Castro Neto, Sediya e Vilela, 1980).

A área experimental encontrava-se em pousio por um período de aproximadamente dois anos, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. Anteriormente ao pousio, a área tinha sido preparada e ocupada com a cultura do feijoeiro. Os resultados das análises química e granulométrica do solo, anteriores à instalação do experimento, encontram-se na Tabela 1.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, encontrada em Vianello e Alves (1991), é do tipo Cwa, temperado úmido (com verão quente e inverno seco).

A temperatura média no mês mais quente é de 22,1 °C, e no mês mais frio, de 15,8 °C. Já a temperatura média anual é de 19,4 °C, a precipitação total é de 1529,7 mm e a umidade relativa do ar média anual é 76,2°C (Brasil, 1992).

TABELA 1. Resultados da análise química e granulométrica do solo, antes da implantação do experimento. UFLA, Lavras – MG, 2000⁽¹⁾.

Propriedades Químicas	Profundidade
	0 – 20 cm
pH em água (1:2,5)	5,6 AcM
P (mg/dm ³)	104,0 A
K (mg/dm ³)	151,0 A
Ca (cmol/dm ³)	3,8 M
Mg (cmol/dm ³)	1,7 A
Al (cmol/dm ³)	0,0 B
H + Al (cmol/dm ³)	3,2 M
SB (cmol/dm ³)	5,9 A
t (cmol/dm ³)	5,9 M
T (cmol/dm ³)	9,1 M
m (%)	0,0 B
V (%)	64,8 M
Ca/T (%)	41,8
Mg/T (%)	18,7
K/T (%)	4,3
Ca/Mg	2,2
Ca/K	9,8
Mg/K	4,4
Granulometria	
Areia (%)	37,0
Silte (%)	18,8
Argila (%)	45,0

(1) Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA. AcM = acidez média, B = baixo teor, M = médio teor, A = alto teor (Comissão, ..., 1999).



3.2 Cultivar utilizado

O cultivar Rayder de alface foi selecionado pela Asgrow. O seu ciclo vegetativo corresponde aproximadamente a 65 dias a partir da semeadura. Apresenta plantas vigorosas e muito uniformes, as folhas são mais duras e de coloração verde clara, produz cabeça de tamanho médio a grande, com boa compacidade e miolo pequeno, com crescimento lento, o que proporciona boa tolerância ao pendoamento (Alvarenga, 1999).

3.3 Planejamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 3 x 4: três doses de nitrogênio (148, 208 e 268 kg/ha) e quatro doses de fósforo (200, 400, 600 e 800 kg/ha), perfazendo um total de 12 tratamentos com quatro repetições (Figura 1). Utilizou-se uréia e nitrato de potássio como fonte de nitrogênio e superfosfato simples como fonte de fósforo.

Cada parcela experimental possuía as dimensões de 2,0 m x 1,2 m, totalizando 2,4 m² e 24 plantas por parcela. Considerou-se uma fileira de plantas como bordadura lateral e duas fileiras de plantas como bordadura de cabeceira, considerando como parcela útil as quatro plantas centrais (Figura 2).

O modelo estatístico representativo do delineamento que descreveu as observações do experimento foi o que segue:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + NP_{ij} + b_r + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} é o valor observado na parcela que recebeu o nível i do nitrogênio e nível j do fósforo e se encontra no bloco k ;

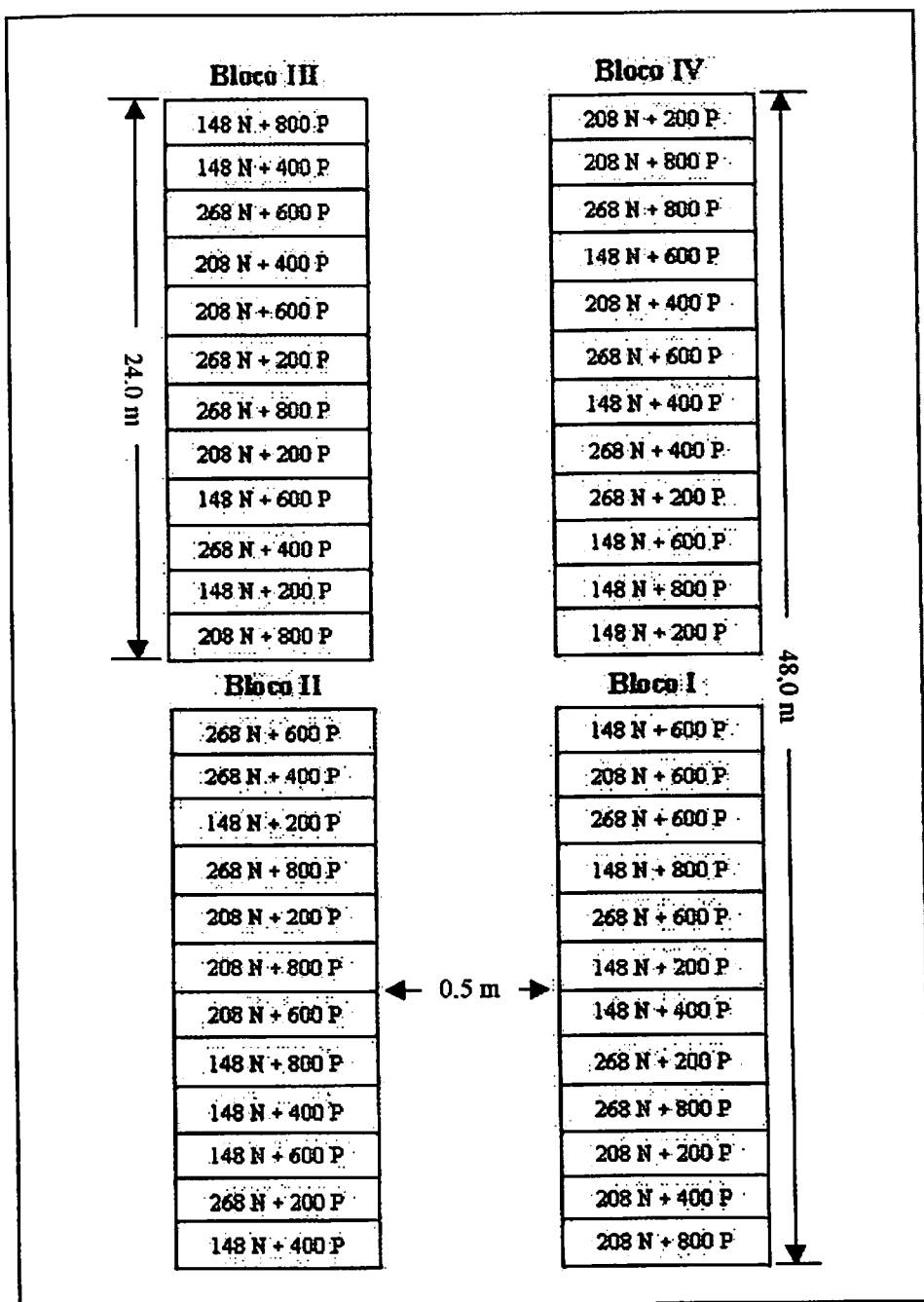


FIGURA 1. Disposição do experimento no campo

μ é uma constante;

N_i é o efeito devido aos níveis de nitrogênio i , $i = 1, 2, 3$; que foi aplicado na parcela;

P_j é o efeito devido aos níveis de fósforo j , $j = 1, 2, 3, 4$; que foi aplicado na parcela;

NP_{ij} é o efeito da interação entre os níveis i do nitrogênio e os níveis j do fósforo;

b_k é o efeito do bloco k , $k = 1, 2, 3, 4$;

e_{ijk} é o erro experimental, referente à observação que recebeu o nível i de nitrogênio e j de fósforo localizada no bloco k .

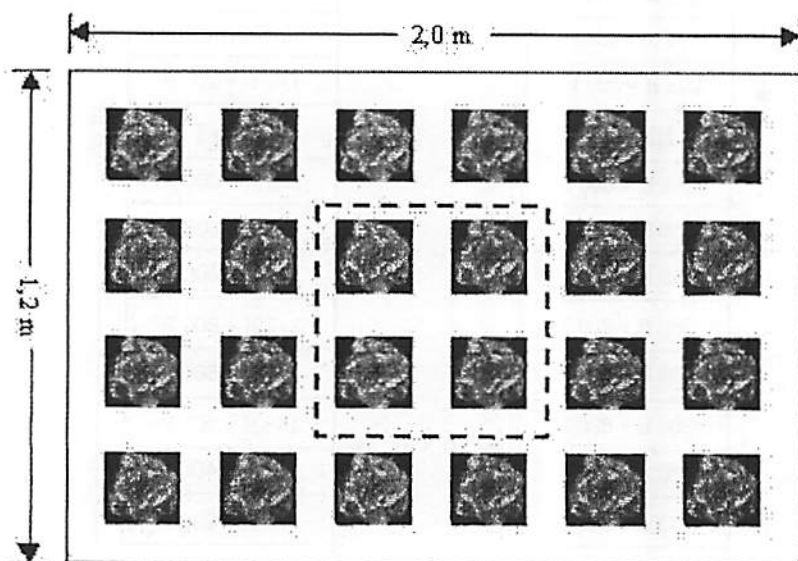


FIGURA 2. Croqui da parcela experimental.

3.3.1 Análise estatística

Os dados obtidos para cada variável foram submetidos ao teste de Cochran para homogeneidade de variâncias, os quais foram transformados quando as variâncias não se encontravam homogêneas, sendo estimados também os seus respectivos coeficientes de variação.

Os dados de teor e acúmulo de potássio foram transformados em Log (x). Posteriormente, realizou-se análise de variância, sendo a significância testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade (Banzatto e Kronka, 1995; Ferreira, 1996).

Quando houve efeito significativo de alguma fonte de variação, procedeu à análise de regressão, adotam-se os seguintes critérios para o ajuste de modelos:

1° Desvios de regressão não significativos;

2° Coeficiente de determinação maior possível.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos específicos nos programas SISVAR (Sistema para Análise de Variância) versão 4.0, e SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), versão 8.0, de acordo com Ferreira (2000) e Theodoro e Euclides (1999), respectivamente.

3.4 Implantação e condução do experimento

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com capacidade de 200 células, utilizando-se como substrato o produto comercial Plantmax HT, que é próprio para a produção de mudas alface.

O semeio foi realizado colocando-se uma semente por célula, a uma profundidade de aproximadamente 1cm, e cobertas com o próprio substrato. Quando as mudas apresentaram quatro folhas definitivas, aos 30 dias após a semeadura, foram transplantadas para parcelas experimentais.

Os canteiros foram construídos com o auxílio de uma enxada rotativa acoplada em um microtrator. Após esta operação, nos dias 23 e 24/08/2000 foram aplicadas todas as doses de fósforo de uma só vez, as quais foram distribuídas e incorporadas manualmente nas parcelas de cada bloco.

Com os canteiros prontos, foram instalados os tubos gotejadores. Após este procedimento, os canteiros foram cobertos com um filme plástico preto (mulching) para mantê-los livres de plantas daninhas e evitar o contato das folhas das plantas diretamente com o solo, posteriormente realizou-se a demarcação do mulching e os furos das covas de plantio.

O plantio das mudas na área experimental foi realizado no dia 29/08/2000, utilizando-se o espaçamento de 0,30 m x 0,35 m. Logo após, realizou-se irrigação por aspersão para uniformizar o pegamento das mudas. O sistema de irrigação por aspersão permaneceu apenas durante a primeira semana; a partir desse ponto procedeu-se a irrigação por gotejamento até o final do ciclo da cultura.

A frequência de aplicação dos fertilizantes foi de seis vezes por semana, a partir do 13º dia após o transplantio das mudas.

O manejo da fertirrigação envolveu três etapas: a) aplicação de água com a finalidade de encher a mangueira e molhar o solo, b) injeção do fertilizante e c) aplicação de água pura para lavar o sistema.

A aplicação de nitrogênio e potássio foi realizada via fertirrigação, conforme a rotina da propriedade, que consistia na aplicação de 148 kg de N/ha (na forma de uréia e nitrato de potássio) e 486 kg de K/ha (na forma de nitrato de potássio e cloreto de potássio). As parcelas correspondentes às doses de 208 e 268 kg/ha de N receberam os respectivos adicionais, 60 e 120 kg/ha de N, na forma de uréia. Todo o nitrogênio e potássio foram aplicados em cobertura.

As doses complementares de N foram previamente diluídas em 500 ml de água pura. Posteriormente, aplicaram-se 20 ml dessa solução no solo, ao lado de cada planta na parcela experimental.

A colheita da alface americana foi realizada em 19/10/2000, 51 dias após o transplântio.

3.5 Características Avaliadas

3.5.1 Matéria fresca da parte aérea

Para determinação da matéria fresca, todas as plantas da área útil de cada parcela foram cortadas rente ao solo e pesadas, transformando-se os valores para kg/m².

3.5.2 Matéria seca da parte aérea

Para determinação da matéria seca, toda a matéria fresca de cada parcela foi colocada em sacos de papel e, posteriormente, em estufa com ventilação

forçada a 65°C, até atingir peso constante, sendo os valores transformados em g/m².

3.5.3 Matéria fresca da parte comercial

Para determinação da matéria fresca da parte comercial, retira-se todas as folhas externas da planta, ficando apenas a cabeça comercial, as quais foram pesadas e os valores obtidos transformados para kg/m².

3.5.4 Matéria seca da parte comercial

Para determinação da matéria seca da parte comercial, toda a matéria fresca da parte comercial foi colocada em sacos de papel e, posteriormente, em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até atingir peso constante, sendo os valores transformados em g/m².

3.5.5 Diâmetro de cabeças

Para a determinação do diâmetro das cabeças, após todas as cabeças comerciais terem sido pesadas, procedeu-se a medição do diâmetro através do auxílio de um paquímetro, sendo os valores dados em cm.

3.5.6 Número de folhas

O número de folhas foi determinado através do somatório de todas as folhas das plantas.

3.5.7 Teor de nutrientes

As amostras para avaliação dos nutrientes foram retiradas da matéria seca da parte comercial e folhas externas das plantas em cada parcela, após a secagem em estufa, foram moídas em moinho tipo Wiley para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Por digestão nitroperclórica, obtiveram-se os extratos da matéria seca da parte comercial e folhas externas das plantas, à exceção do B e N, para as quais a extração ocorreu por via seca. Os teores de N foram determinados pelo método Semi-Micro Kjeldahl; os teores de P e B por colorimetria, K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e S por turbidimetria (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

Os teores de macronutrientes foram transformados em g/kg, e os micronutrientes, em mg/kg.

3.5.8 Acúmulo de nutrientes

O acúmulo dos nutrientes foi obtido pelo produto da quantidade de matéria seca com o teor dos nutrientes na parte comercial e folhas externas das plantas, em cada parcela.

Para cada tratamento, os valores médios do acúmulo de macronutrientes foram transformados em g/m², e os de micronutrientes, em mg/m².

Todas as características foram avaliadas depois da colheita, quando as plantas estavam com 51 dias após o transplantio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos Componentes de Produção

4.1.1 Matéria fresca da parte aérea

A análise de variância dos valores relativos à matéria fresca da parte aérea revelou existência de diferença não significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1A). Isso demonstra que esta característica não sofreu nenhuma influência dos aumentos nas doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.

Os valores médios de matéria fresca deste trabalho são semelhantes ao valor mencionado por Bueno (1998), que encontrou uma produtividade total máxima de 6,86 kg/m² para o cultivar de alface americana Lorca.

Porém, esses mesmos valores são bem superiores aos 2,90 kg/m² mencionados por Cortez (1999) para a produtividade média do cultivar Tainá.

Relacionando esse resultado aos trabalhos realizados por Alvarenga (1999) utilizando o cultivar Rayder, e de Nicoulaud, Meurer e Anghinoni (1990) utilizando o cultivar Aurélia, verifica-se que os autores também não observaram diferenças significativas para doses de nitrogênio na matéria fresca da parte aérea das plantas.

Entretanto, Bueno (1998) verificou uma resposta quadrática em função das doses de nitrogênio aplicadas, obtendo uma produtividade máxima com a dose de 80,13 kg/ha.

Nota-se, portanto, que os 148 kg/ha de nitrogênio, que era a dose rotineira utilizada na propriedade produtora de alface americana em que foi realizado este trabalho, superou o limite mencionado acima por Bueno (1998). Apesar disso, encontrou-se produtividade elevada. Os resultados aproximam-se

bastante dos encontrados. Alvarenga (1999), já que os tratamentos com nitrogênio desse autor foram semelhantes aos deste trabalho.

Com relação à adubação fosfatada, Oliveira et al. (1998) observaram incrementos de matéria fresca da parte aérea de alface cultivar Lucy Brown. Todavia, Nicoulaud, Meurer e Anghinoni (1990) não observaram efeito significativo do fósforo na alface.

TABELA 2. Matéria fresca da parte aérea das plantas de alface americana, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Matéria fresca da parte aérea (kg/m ²)
Nitrogênio	
148	7,22 a
208	7,18 a
268	6,80 a
Fósforo	
200	6,91 a
400	7,21 a
600	7,20 a
800	6,93 a
Média geral	7,10
C.V. (%)	21,00

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As diferenças entre os resultados apresentados provavelmente sejam devidos ao uso de cultivares de alface diferentes, à época de cultivo e ao bom estado nutricional das plantas com relação ao suprimento de nitrogênio e fósforo, já que os seus respectivos teores foliares foram normais.

A não resposta da cultura ao nitrogênio e fósforo possivelmente está ligada ao histórico de uso do solo, já que o mesmo encontrava-se em pousio, sob

vegetação de pastagem natural, e havia sido cultivado anteriormente com a cultura do feijoeiro.

Dessa forma, além do pousio, o efeito residual do cultivo do feijoeiro deve ter tido grande influência sobre esse resultado, uma vez que o solo havia sido adubado para essa finalidade, refletindo as boas condições encontradas para o mesmo e, conseqüentemente, o bom estado nutricional das plantas.

De acordo com Rajj (1991), Vale et. al. (1995a) e Cantarella (1997), menores ou nulas respostas ao nitrogênio são esperadas em solos cultivados há pouco tempo ou que voltaram a ser cultivados após período de pousio ou como pastagem. Também cultivos anteriores com leguminosas reduzem as respostas a nitrogênio.

Como o fósforo é um nutriente imóvel no solo e dificilmente é perdido por lixiviação, o seu efeito residual tem um importante papel no manejo deste nutriente para a cultura sucessiva ou a resposta desta cultura ao nível de fósforo anteriormente aplicado (Fageria, Stone e Santos, 1999)

Dependendo da dose e da capacidade de fixação do solo, o fertilizante fosfatado pode permanecer disponível para as plantas de três a seis anos após a sua aplicação (Eghball citado por Fageria, Stone e Santos, 1999).

Considerando o comportamento da cultura, práticas de manejo como estas, em que a alfaca foi cultivada em sucessão ao feijão após o pousio da área, proporcionam resultados satisfatórios, sugerindo-se inclusive a redução das quantidades dos fertilizantes nitrogenados e fosfatados utilizados para o primeiro cultivo, desde de que estas condições sejam atendidas.

Os aspectos mencionados acima devem ser considerados, também, para os demais componentes de produção e estado nutricional das plantas.

4.1.2 Matéria seca da parte aérea

Observando os dados da Tabela 1A, verifica-se que pela análise de variância da matéria seca da parte aérea, houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas para as doses de nitrogênio.

Isso demonstra que a matéria seca da parte aérea das plantas foi influenciada pelo aumento das doses desse nutriente aplicado no solo, indicando a existência de uma relação funcional entre as doses de nitrogênio adicionadas ao solo e a matéria seca da parte aérea.

O aumento das doses de fósforo proporcionaram, em média, o mesmo incremento na matéria seca da parte aérea das plantas de alface americana, encontrados para a menor dose desse mesmo nutriente (Tabela 3).

Esse resultado provavelmente seja devido ao fato de as plantas estarem com suprimento adequado de fósforo, tendo em vista que o teor foliar desse nutriente foi considerado normal e do solo alto.

Em concordância, encontra-se o trabalho de Cânizares et al. (1998). Estes autores também verificaram que as diferentes doses de fósforo não interferiram na matéria seca da parte aérea das plantas de alface.

A análise de regressão demonstrou que o aumento nas doses de nitrogênio aplicadas no solo promoveu um efeito linear inverso na matéria seca da parte aérea das plantas de alface americana (Figura 3).

A partir da dose de 148 kg/ha, conforme a equação de regressão $y = 373,371984 - 0,058148x$ ajustada, para cada aumento em um quilograma de nitrogênio, no intervalo experimental considerado, é esperado, em média, um decréscimo de 0,058148 g/m² na matéria seca da parte aérea das plantas de alface americana.

TABELA 3. Matéria seca da parte aérea das plantas de alface americana, em função de doses de fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Matéria seca da parte aérea (g/m ²)
200	352,94 a
400	365,52 a
600	360,51 a
800	352,95 a
Média geral	357,98
C.V. (%)	13,24

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A comparação desse resultado com o encontrado por Nicoulaud, Meurer e Anghinoni (1990) avaliando o cultivar de alface Aurélia, mostra que os autores observaram um comportamento semelhante para a matéria seca da parte aérea das plantas, em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Por outro lado, Ruschel (1998) e Kalil (1992) mencionam que a produção de material seco da parte aérea das plantas de alface dos cultivares Marisa-Vera e Brasil 303 apresentaram aumentos significativos a partir de 60 kg/ha de N, respectivamente.

Isso provavelmente seja devido à exigência mineral diferenciada entre cultivares. Cabe frisar, também, que não houve incrementos tanto de matéria fresca como de seca da parte aérea das plantas, confirmando o estado nutricional das plantas.

Como a primeira dose de nitrogênio (148 kg/ha) já foi alta e a partir da mesma houve redução de matéria seca, provavelmente esses fatos expliquem o resultado observado para a matéria seca da parte aérea.

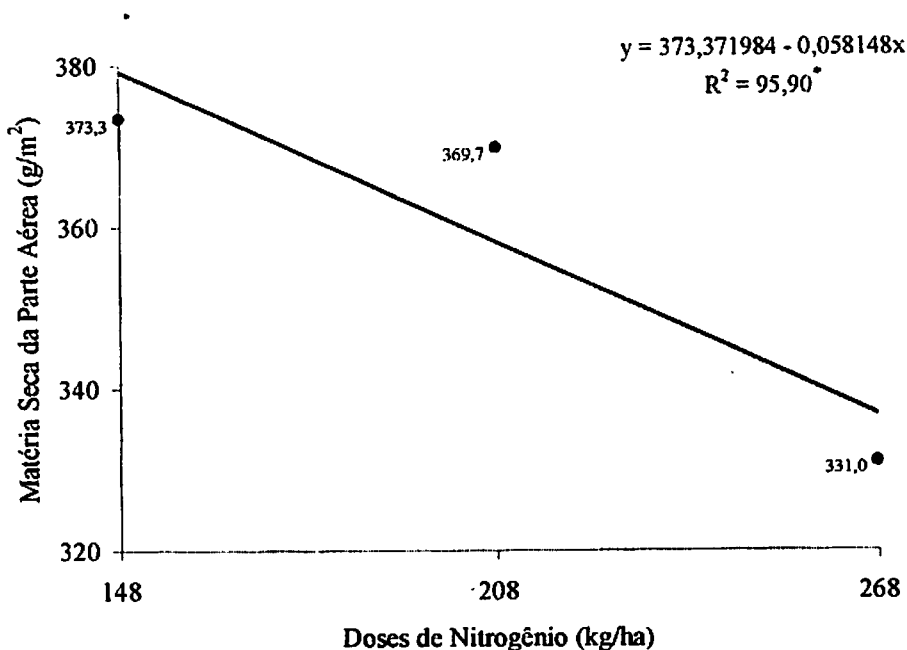


FIGURA 3. Efeito de doses de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de alfaca americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

4.1.3 Matéria fresca da parte comercial

Para a matéria fresca da parte comercial, a análise de variância não revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1A), demonstrando não haver influência das doses de nitrogênio e fósforo (Tabela 4).

Comparando os resultados obtidos neste ensaio aos trabalhos realizados por Alvarenga (1999), utilizando o mesmo cultivar, e Bueno (1998), utilizando o cultivar Lorca, verifica-se que estes autores também não observaram diferenças

significativas resultantes das doses de nitrogênio na matéria fresca da parte comercial das plantas.

TABELA 4. Matéria fresca da parte comercial das plantas de alface americana, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Matéria fresca da parte comercial (kg/m ²)
Nitrogênio	
148	5,30 a
208	4,91 a
268	4,94 a
Fósforo	
200	5,20 a
400	5,13 a
600	4,97 a
800	4,91 a
Média geral	5,05
C.V. (%)	23,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No entanto, para o cultivar de alface Regina 440, Alves (1996) menciona que a adubação nitrogenada teve influência positiva sobre o peso fresco das cabeças das plantas de alface.

Por outro lado, observa-se, com relação ao fósforo, que Mesquita Filho, Souza e Moita (1998), utilizando o cultivar Tainá de alface americana, verificaram efeito linear significativo a partir da dose de 400 kg/ha.

Essas diferenças de resultados podem ser atribuídas ao uso de cultivares diferentes, à época de cultivo, ao teor de 104 mg/dm³ de fósforo no solo e ao fato de a primeira dose de nitrogênio ter sido muito alta.

4.1.4 Matéria seca da parte comercial

Quanto à matéria seca da parte comercial, a análise de variância mostra que houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas para o nitrogênio (Tabela 1A), demonstrando que esta característica foi influenciada pelo aumento das doses desse nutriente aplicadas ao solo.

A Tabela 5 mostra que o aumento das doses de fósforo proporcionaram, em média, o mesmo incremento de matéria seca da parte comercial das plantas de alface americana, encontrado para a menor dose desse mesmo nutriente.

Como o teor de fósforo no solo era alto e a primeira dose do mesmo também foi alta, provavelmente esses fatos expliquem o resultado encontrado.

A análise de regressão demonstrou que o aumento nas doses de nitrogênio aplicadas ao solo promoveu um efeito linear inverso na matéria seca da parte comercial das plantas de alface americana (Figura 4).

TABELA 5. Matéria seca da parte comercial das plantas de alface americana, em função de doses de fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Matéria seca da parte comercial (g/m ²)
200	184,50 a
400	179,92 a
600	179,90 a
800	174,17 a
Média geral	179,62
C.V. (%)	14,20

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Além disso, a equação de regressão $y = 190,382216 - 0,040633x$ ajustada também mostra que para cada aumento em quilograma de nitrogênio, no intervalo experimental considerado, é esperado, em média, um decréscimo de $0,040633 \text{ g/m}^2$ de matéria seca da parte comercial das plantas de alface americana (Figura 4).

Observa-se, pelo trabalho de Alves (1996), a obtenção de resultado positivo para a matéria seca em plantas de alface do cultivar Regina 440, em resposta à adubação nitrogenada.

Por outro lado, verifica-se, para o cultivar Rayder, que Alvarenga (1999) observou que o nitrogênio isoladamente não produziu efeito significativo sobre o peso da matéria seca da parte comercial das plantas.

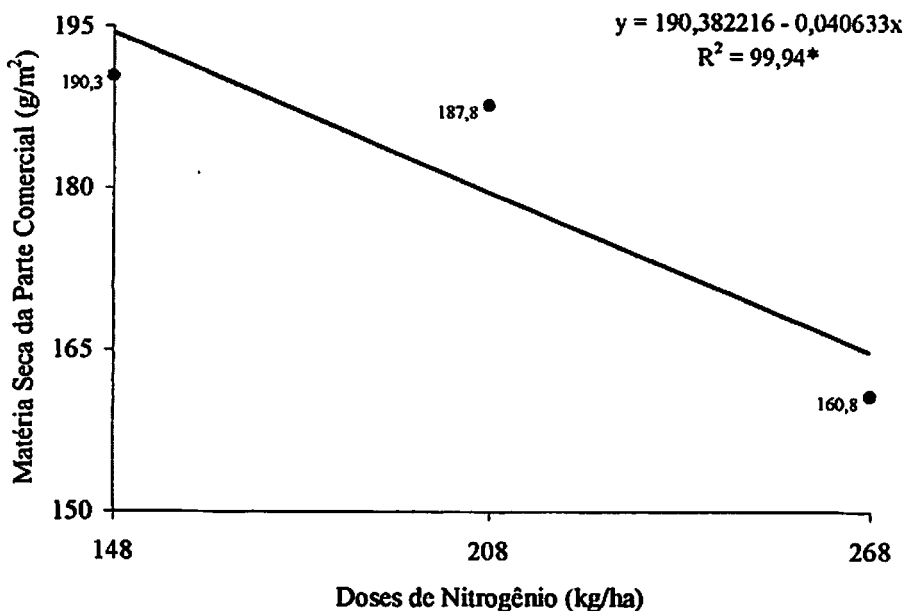


FIGURA 4. Efeito de doses de nitrogênio na matéria seca da parte comercial de alface americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

O uso de cultivares diferentes, a época de cultivo e o fato de as plantas estarem com suprimento adequado de nitrogênio, tendo em vista que o teor do mesmo foi considerado normal para cultura da alface, possivelmente justificam esse resultado.

Como a primeira dose de nitrogênio (148 kg/ha) já foi alta e a partir da mesma houve redução de matéria seca, provavelmente esses fatos expliquem o resultado observado para a matéria seca da parte comercial das plantas.

4.1.5 Diâmetro de cabeças

Com base na análise de variância do diâmetro das cabeças das plantas, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1A), demonstrando que esta característica não sofreu nenhuma influência dos aumentos nas doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo (Tabela 6).

Portanto, o aumento das doses de nitrogênio e fósforo proporcionou, em média, o mesmo o diâmetro das cabeças de alface americana.

Comparando o resultado obtido neste ensaio ao trabalho realizado por Alves (1996) com o cultivar Regina 440, verifica-se que este autor observou incremento significativo das doses de nitrogênio sobre o diâmetro de cabeças das plantas.

Para os cultivares de alface Lorca e Brasil 303, Bueno (1998) e Kalil (1992) também obtiveram aumentos no diâmetro das cabeças das plantas, em função dos diferentes níveis de nitrogênio aplicados.

Com relação ao fósforo, Mesquita Filho, Souza e Moita (1998) verificaram efeito linear significativo para o cultivar de alface americana Tainá.

Essas diferenças de resultados podem ser atribuídas ao uso de cultivares diferentes e ao fato de as plantas estarem com suprimento adequado tanto de

nitrogênio como de fósforo, refletindo as condições encontradas para o solo, ou seja, um bom nível de nutrientes.

TABELA 6. Diâmetro médio de cabeças das plantas de alface americana, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Diâmetro de cabeças (cm)
Nitrogênio	
148	12,50 a
208	15,06 a
268	12,43 a
Fósforo	
200	12,50 a
400	12,75 a
600	12,50 a
800	15,58 a
Média geral	13,33
C.V. (%)	16,21

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

4.1.6 Número de Folhas

Verifica-se, pela análise de variância do número de folhas das plantas, que não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1A), indicando que esta variável não foi influenciada pelos aumentos ocorridos nas doses de nitrogênio e fósforo aplicadas ao solo (Tabela 7).

De modo geral, o número de folhas observadas neste trabalho encontra-se inserido nos limites mencionados por Alvarenga (1999) para o cultivar

Rayder, e por Bueno (1998), para o cultivar Lorca, os quais aproximaram-se de 40 e 37 folhas por planta, respectivamente.

Comparando esse resultado ao obtido nos trabalhos realizados por Alves (1996) com o cultivar Regina 440, e por Alvarenga (1999), com o cultivar Rayder, verifica-se que os autores não observaram aumentos significativos no número de folhas das plantas após a aplicação de doses de nitrogênio.

Para os cultivares de alface Tainá, Verônica e Elisa, Cortez (1999) também não observou efeito de tratamento para o números de folhas das plantas, o que torna o resultado deste trabalho coerente com o dos demais autores.

No entanto, observa-se que para o cultivar de alface Brasil 303, Kalil (1992) obteve resposta para o número de folhas a partir da dose de 60 kg/ha de nitrogênio.

TABELA 7. Número de folhas das plantas de alface americana, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Número de folhas
Nitrogênio	
148	39 a
208	39 a
268	40 a
Fósforo	
200	39 a
400	39 a
600	40 a
800	38 a
Média geral	39,14
C.V. (%)	7,95

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Provavelmente, o uso de cultivares diferentes e o fato de as plantas estarem com suprimento adequado de nitrogênio e fósforo, já que a concentração desses nutrientes nas mesmas foram consideradas normais, podem explicar esses resultados, uma vez que o solo também apresentou bons níveis de nutrientes.

4.2 Avaliação do Estado Nutricional das Plantas

4.2.1 Teor e Acúmulo de Macronutrientes e Micronutrientes nas Folhas Externas das Plantas

4.2.1.1 Teores de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e zinco nas folhas externas

Verificou-se, pela análise de variância dos teores de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e zinco nas folhas das plantas, que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4A).

Isso demonstra que os teores desses nutrientes não foram influenciados pelas doses dos adubos adicionadas ao solo.

Esse comportamento reflete o estado nutricional das plantas com relação ao suprimento dos nutrientes mencionados acima, já que os teores médios encontrados foram considerados normais para cultura conforme Trani e Raij (1997) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

De modo geral, os teores dos nutrientes observados neste trabalho encontram-se inseridos nos limites mencionados por Garcia (1982), Ruschel (1998), Koefender (1996), Alvarenga (1999) e Cortez (1999) para a cultura da alface.

TABELA 8. Teores médios de nutrientes nas folhas externas de alface americana, com 51 dias após o transplante, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/há)	Macronutrientes			
	Nitrogênio	Fósforo	Magnésio	Enxofre
	g/kg			
Nitrogênio				
148	27,43 a	2,06 a	4,50 a	3,56 a
208	27,75 a	2,06 a	4,81 a	3,56 a
268	27,18 a	2,06 a	4,56 a	3,06 a
Fósforo				
200	26,91 a	2,08 a	4,58 a	3,58 a
400	28,25 a	2,00 a	4,83 a	3,41 a
600	27,08 a	2,16 a	4,50 a	3,16 a
800	27,58 a	2,00 a	4,58 a	3,41 a
Média geral	27,45	2,06	4,62	3,39
C.V. (%)	10,72	12,00	13,87	21,25
Doses (kg/há)	Micronutrientes			
	Boro	Cobre	Ferro	Zinco
	mg/kg			
Nitrogênio				
148	23,25 a	28,75 a	2854,56 a	57,06 a
208	27,81 a	31,68 a	2988,43 a	62,50 a
268	24,43 a	32,56 a	2485,62 a	57,06 a
Fósforo				
200	25,33 a	30,91 a	2620,33 a	61,00 a
400	24,41 a	31,66 a	2932,91 a	52,16 a
600	24,25 a	26,58 a	2453,25 a	56,83 a
800	26,66 a	34,83 a	3098,33 a	65,50 a
Média geral	25,16	22,56	2776,20	58,87
C.V. (%)	19,12	22,56	18,46	23,87

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Como o solo encontrava-se com teores de nutrientes relativamente altos e também não houve resposta para os outros componentes de produção

[REDACTED]

avaliados, provavelmente esses fatos expliquem o bom estado nutricional das plantas e, conseqüentemente, os resultados encontrados.

4.2.1.2 Teor de Potássio nas folhas externas

A análise de variância dos valores relativos aos teores de potássio nas folhas externas das plantas revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas para o nitrogênio (Tabela 4A).

Isso indica que o teor de potássio nas folhas foi influenciado pelo aumento das doses desse nutriente aplicadas ao solo. Por outro lado, as doses de fósforo não influenciaram a absorção de potássio (Tabela 9), estando estes valores dentro da faixa considerada normal para alface.

A Figura 5 mostra que pela análise de regressão, o aumento nas doses do adubo nitrogenado aplicadas ao solo promoveram efeito linear positivo no teor de potássio das folhas das plantas de alface americana.

TABELA 9. Teores médios de potássio nas folhas externas das plantas de alface americana, com 51 dias após o transplântio, em função de doses de fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000. Médias transformadas por Log (x).

Doses de Fósforo (kg/ha)	Teores de potássio (g/kg)
200	33,83 a
400	35,27 a
600	23,75 a
800	33,36 a
Média geral	31,55
C.V. (%)	15,60

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para cada aumento de um quilograma do adubo nitrogenado, no intervalo experimental considerado, é esperado, em média, um incremento de 1,293126 g/kg no teor de potássio das folhas externas das plantas (Figura 5), o que pode caracterizar uma alimentação de luxo, quando se compara o teor foliar de potássio à produtividade das plantas, representando um consumo desnecessário desse nutriente pela cultura.

O termo alimentação ou consumo de luxo é caracterizado quando ocorre aumento de teor foliar sem que haja aumento de produção, usualmente em macronutrientes como o potássio (Raij, 1991 e Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

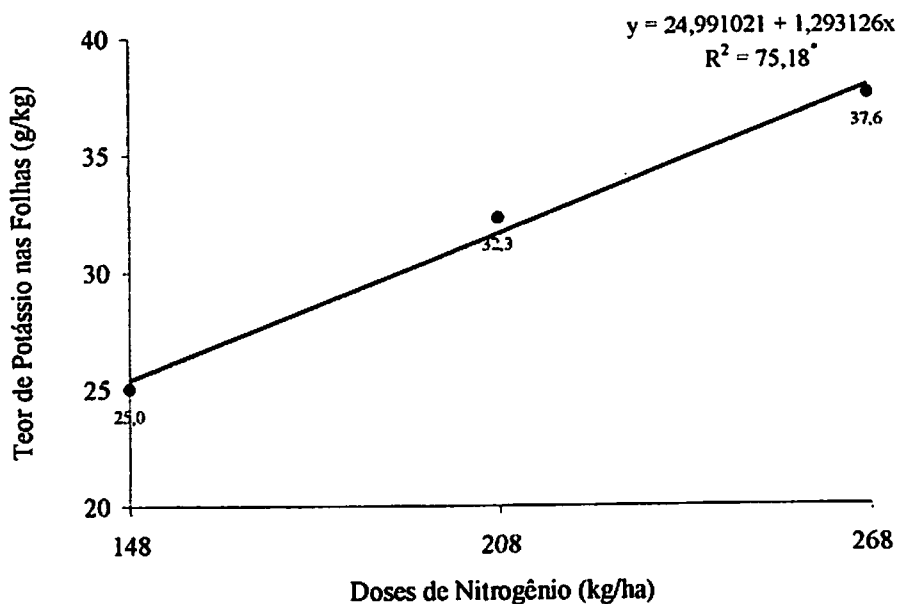


FIGURA 5. Efeito de doses de nitrogênio sobre teor de potássio nas folhas externas de alface americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Os teores de potássio observados neste trabalho, de maneira geral, encontravam-se inseridos nos limites mencionados por Fernandes, Oliveira e

Haag (1981), Ricci et al. (1995), Ruschel (1998), Alvarenga (1999) e Cortez (1999) para a cultura da alface.

Embora tenha havido variação significativa nos teores de potássio nas folhas das plantas, do ponto de vista nutricional, isso não assume importância já que ficou dentro do normal para a alface de acordo com Trani e Rajj (1997) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

4.2.1.3 Teor de Cálcio nas folhas externas

Com base na análise de variância, verifica-se que os teores de cálcio nas folhas das plantas foram influenciados apenas pelo tratamento referente às doses de fósforo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4A), demonstrando que o teor de cálcio variou com o aumento da quantidade de superfosfato simples aplicado ao solo.

Não houve efeito significativo nos teores de cálcio em função das doses de nitrogênio (Tabela 10).

TABELA 10. Teores médios de cálcio nas folhas externas das plantas de alface americana, com 51 dias após o transplante, em função de doses de nitrogênio aplicadas no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses de Nitrogênio (kg/ha)	Teores de Cálcio (g/kg)
148	21,00 a
208	21,68 a
268	21,81 a
Média geral	21,49
C.V. (%)	10,19

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise de regressão mostra que houve um efeito quadrático do superfosfato simples aplicado ao solo sobre o teor de cálcio nas folhas das plantas de alface americana (Figura 6).

O teor máximo de cálcio apresentado pelas folhas externas das plantas foi de 22,80 g/kg, obtido com a dose de 400 kg/ha de fósforo.

Nota-se que parece ter ocorrido, também, consumo de luxo para cálcio, tendo em vista que houve aumento no teor foliar, sem que houvesse aumento na produtividade das plantas.

A equação de regressão mostra que o superfosfato simples aplicado no solo promoveu um efeito crescente para os teores de cálcio nas folhas de alface, até a dose de 400 kg/ha, indicando que para esse intervalo é esperado, para cada aumento de um quilograma de fósforo, um incremento médio de 0,409117 g/kg no teor de cálcio das folhas (Figura 6).

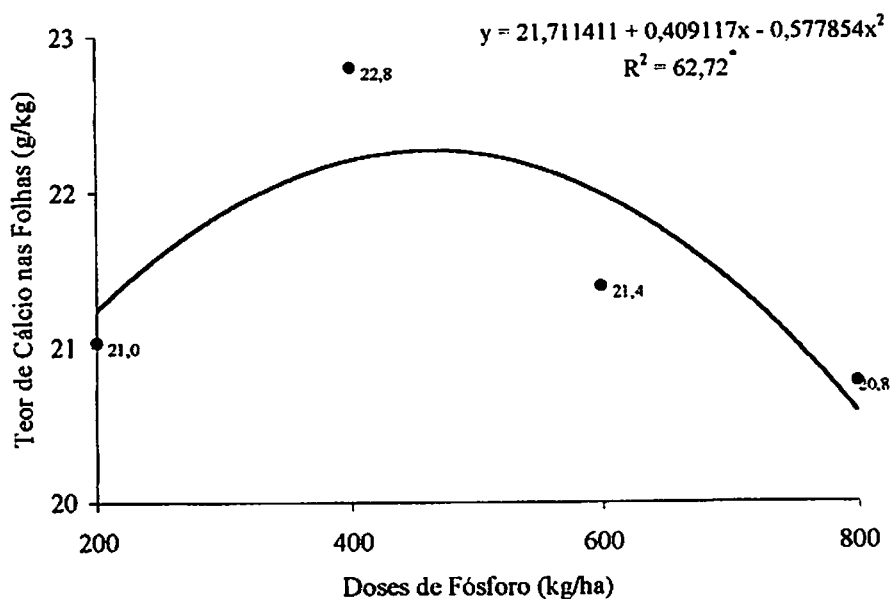


FIGURA 6. Efeito de doses de fósforo sobre teor de cálcio nas folhas externas de alface americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

No entanto, a partir desta dose, a equação também mostra um efeito decrescente para o teor de cálcio até a dose de 800 kg/ha; é esperado para, cada aumento de um quilograma de fósforo, um decréscimo médio de 0,577854 g/kg no teor de cálcio das folhas das plantas de alface americana (Figura 6).

O aumento no teor de cálcio provavelmente está ligado ao fertilizante superfosfato simples utilizado como fonte de fósforo, tendo em vista que o mesmo contém, além de P_2O_5 , cerca de 26% de CaO (Raij, 1991 e Vale et al., 1995b).

De modo geral, os teores de cálcio observados neste trabalho encontram-se inserido nos limites mencionados por Fernandes, Oliveira e Haag. (1981), Ricci et al. (1995) e Cortez (1999) para a cultura da alface.

Apesar de ter havido variação significativa nos teores de cálcio nas folhas das plantas, do ponto de vista nutricional isso não assume importância, já que ficou dentro do normal para a alface, de acordo com Trani e Raij (1997) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

4.2.1.4 Teor de Manganês nas folhas externas

Para o teor manganês nas folhas das plantas, a análise de variância revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas para as doses de fósforo (Tabela 4A).

Isso indica que o teor de manganês nas folhas foi influenciado pelo aumento das doses desse nutriente aplicadas ao solo (Figura 7). Por outro lado, as doses de nitrogênio não exerceram efeito significativo no teor de manganês (Tabela 11).

Com base na regressão, observa-se que com o aumento das doses de fósforo adicionadas ao solo, houve um efeito linear crescente dos teores de manganês das folhas externas de alface.

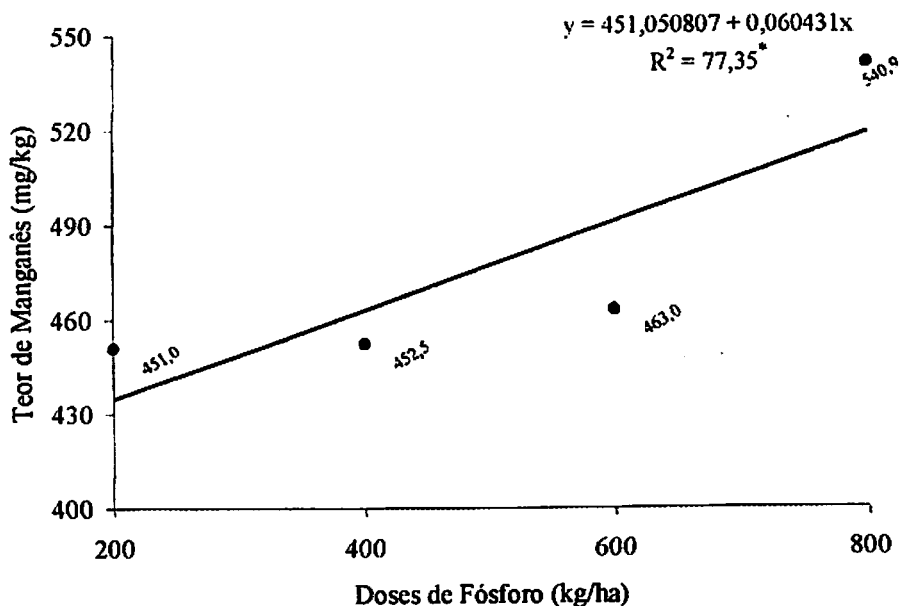


FIGURA 7. Efeito de doses de fósforo sobre teor de manganês nas folhas de alface americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Nota-se ainda, pela Figura 7, que para cada aumento de um quilograma de fósforo, no intervalo experimental considerado, é esperado, em média, um aumento de 0,060431 mg/kg no teor de manganês nas folhas externas das plantas.

Os teores de manganês observados neste trabalho encontravam-se, de maneira geral, inseridos nos limites mencionados por Ricci et al. (1995), Alvarenga (1999) e Cortez (1999) para a cultura da alface.

Embora tenha havido variação significativa nos teores de manganês nas folhas das plantas, do ponto de vista nutricional não assume importância, já que o teor médio encontrado foi considerado normal para cultura, conforme Trani e Rajj (1997) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

TABELA 11. Teores médios de manganês nas folhas externas das plantas de alface americana, com 51 dias após o transplântio, em função de doses de nitrogênio aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses de Nitrogênio (kg/ha)	Teores de manganês (mg/kg)
148	447,06 a
208	491,25 a
268	492,25 a
Média geral	476,85
C.V. (%)	18,65

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

4.2.1.5 Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas externas

A análise de variância dos acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, nas folhas externas das plantas, não revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5A).

Isso indica que as doses de nitrogênio e fósforo aplicadas proporcionaram, em média, o mesmo acúmulo de macronutrientes e micronutrientes nos tecidos foliares das plantas de alface americana, mostrando que a absorção dos mesmos ocorreu de maneira normal independente da adubação realizada.

Esses valores encontrados neste trabalho (Tabela 12) para os acúmulos dos nutrientes situaram-se próximos dos limites mencionados por Garcia (1982), Ruschel (1998), Koefender (1996) e Alvarenga (1999).

TABELA 12. Acúmulo médio de nutrientes nas folhas externas de alface americana, com 51 dias após o transplântio, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	<i>g/m²</i>					
Nitrogênio						
148	9,81 a	0,73 a	8,65 a	7,53 a	1,65 a	1,20 a
208	9,83 a	0,70 a	19,1 a	7,76 a	1,67 a	1,29 a
268	9,69 a	0,71 a	16,6 a	7,81 a	1,59 a	1,05 a
Fósforo						
200	9,75 a	0,76 a	17,6 a	7,55 a	1,65 a	1,25 a
400	10,2 a	0,70 a	17,6 a	8,48 a	1,72 a	1,21 a
600	9,82 a	0,73 a	8,66 a	7,45 a	1,59 a	1,11 a
800	9,41 a	0,66 a	15,2 a	7,32 a	1,59 a	1,21 a
Média geral	9,78	0,71	14,77	7,70	1,63	1,18
C.V. (%)	16,51	18,02	21,11	19,63	19,45	25,22
Doses (kg/ha)	Micronutrientes					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	<i>mg/m²</i>					
Nitrogênio						
148	8,40 a	10,47 a	114,03 a	161,88 a	20,52 a	
208	9,76 a	11,13 a	118,76 a	171,98 a	22,16 a	
268	8,55 a	11,69 a	84,580 a	175,97 a	20,34 a	
Fósforo						
200	9,05 a	11,41 a	102,22 a	167,44 a	22,09 a	
400	9,14 a	11,63 a	113,69 a	173,75 a	19,29 a	
600	8,58 a	9,550 a	95,050 a	155,11 a	20,45 a	
800	8,84 a	11,79 a	112,21 a	183,47 a	22,20 a	
Média geral	8,90	11,09	105,79	169,94	21,00	
C.V. (%)	19,52	20,21	19,25	21,88	18,21	

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Possivelmente, estes resultados sejam devido ao bom estado nutricional das plantas, já que o solo encontrava-se com teores

relativamente altos de nutrientes e também não houve resposta para os outros componentes de produção avaliados.

4.2.2 Teor e Acúmulo de Macronutrientes e Micronutrientes na Parte Comercial das Plantas

4.2.2.1 Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco na parte comercial

Pode-se verificar, pelos dados constantes na Tabela 6A, que pela análise de variância dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco na parte comercial das plantas de alface americana, não houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, demonstrando que os teores dos macronutrientes e micronutrientes não foram influenciados pelos tratamentos aplicados.

A Tabela 9A mostra que a análise de variância detectou diferença significativa para o teores de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco entre a parte comercial e folhas externas das plantas, ao nível 5% de probabilidade pelo teste F, indicando uma maior concentração desses nutrientes na parte comercial das plantas.

Os valores dos teores dos nutrientes acima mencionados foram, respetivamente, 14%, 46%, 20% e 14% maiores do que os observados nas folhas externas das plantas.

Para os teores de cálcio, magnésio, enxofre, ferro e manganês, verifica-se, pela Tabela 9A, que a análise de variância detectou diferença significativa

para os mesmos entre parte comercial e folhas externas, indicando que houve uma maior concentração desses nutrientes nas folhas externas.

Essas concentrações foram, respectivamente, 65%, 57%, 22%, 60% e 88% maiores do que os teores observados na parte comercial das plantas.

Por outro lado, comparando os teores de potássio e boro na parte comercial com os das folhas externas das plantas, verifica-se que as concentrações desses nutrientes, em ambas as partes, foram estatisticamente iguais, conforme o teste F, que não detectou diferença significativa para os teores dos mesmos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 9A).

Os teores dos nutrientes na parte comercial das plantas mantiveram-se constantes quando se promoveu variação nos tratamentos (Tabela 13), refletindo uma absorção normal independente da adubação realizada.

Cabe frisar, também, que os teores de macro e micronutrientes encontravam-se dentro da normalidade.

Possivelmente, as variações dos teores dos nutrientes observadas entre parte comercial e folhas externas estejam ligada à existência de concentrações diferenciadas dos nutrientes em diferentes partes ou regiões, estágio de crescimento das plantas e mobilidade dos (Rajj, 1991; Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

TABELA 13. Teores de nutrientes na parte comercial de alface americana, com 51 dias após o transplante, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Nitrogênio						
148	32,56 a	3,93 a	33,81 a	7,43 a	2,31 a	2,75 a
208	32,56 a	3,81 a	32,75 a	7,75 a	2,25 a	2,68 a
268	30,62 a	3,68 a	22,93 a	7,18 a	2,06 a	2,50 a
Fósforo						
200	31,66 a	3,91 a	25,66 a	7,33 a	2,25 a	2,58 a
400	33,58 a	3,83 a	32,25 a	7,83 a	2,16 a	2,75 a
600	32,00 a	3,58 a	24,08 a	7,08 a	2,16 a	2,58 a
800	30,41 a	3,91 a	37,33 a	7,58 a	2,25 a	2,66 a
Média geral	31,91	3,81	29,83	7,45	2,20	2,64
C.V. (%)	17,23	17,99	11,05	14,78	17,18	19,94
Doses (kg/ha)	Micronutrientes					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg/kg					
Nitrogênio						
148	23,80 a	41,12 a	929,000 a	54,87 a	70,00 a	
208	23,49 a	41,31 a	1469,56 a	57,87 a	68,18 a	
268	25,32 a	33,68 a	886,180 a	51,62 a	67,00 a	
Fósforo						
200	23,04 a	40,25 a	1466,83 a	53,83 a	72,66 a	
400	24,98 a	38,25 a	1217,75 a	57,08 a	68,00 a	
600	25,08 a	35,83 a	717,250 a	52,58 a	65,25 a	
800	23,70 a	40,50 a	977,830 a	55,66 a	67,66 a	
Média geral	24,20	38,70	1094,91	57,79	68,39	
C.V. (%)	16,84	29,47	19,16	19,89	15,89	

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 14. Teores de nutrientes na parte comercial e folhas externas de alface americana, com 51 dias após o transplântio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Alface americana	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Parte comercial	31,91 a	3,81 a	29,83 a	7,45 a	2,00 a	2,64 a
Folha externa	27,45 b	2,06 b	41,85 a	21,5 b	4,62 b	3,39 b
Média geral	29,68	2,93	35,84	14,47	3,41	3,02
C.V. (%)	14,28	17,75	16,16	13,37	15,29	20,23
Alface americana	Micronutrientes					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg/kg					
Parte comercial	24,22 a	38,70 a	1094,91 a	54,790 a	68,39 a	
Folhas externa	25,16 a	31,00 b	2776,20 b	476,85 b	58,87 b	
Média geral	24,69	34,85	1935,56	265,82	63,63	
C.V. (%)	22,09	21,10	23,20	19,07	18,81	

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

4.2.2.2 Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco na parte comercial

Observando os dados da Tabela 7A, verifica-se que a análise de variância dos acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, na parte comercial das plantas, não revelou existência de diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, demonstrando que as doses de nitrogênio e fósforo não influenciaram o acúmulo dos nutrientes.

A Tabela 10A mostra que a análise de variância detectou diferença significativa para os acúmulos de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco entre a parte comercial e folhas

externas das plantas, ao nível 5% de probabilidade pelo teste F, indicando que houve uma maior acumulação desses nutrientes nas folhas externas das plantas.

Por outro lado, a comparação entre o acúmulo de fósforo na parte comercial e nas folhas externas, mostra o mesmo resultado para ambas as partes da planta, o que pode ser constatado através da análise de variância, a qual não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 10A).

Além da mobilidade de alguns elementos, como N, P, K e Mg, na planta, é possível que as variações dos nutrientes sejam devidas ao estado iônico interno das plantas, já que, de acordo com Malavolta (1980) e Faquin (1997), em geral, quando a concentração interna de um ion aumenta, a taxa de absorção declina e vice-versa.

De maneira geral, o acúmulo dos macronutrientes N, K, Ca, Mg e S nas folhas externas das plantas foram, respectivamente, 42%, 64%, 82%, 76% e 61% maiores do que os da parte comercial, enquanto, para o acúmulo de micronutrientes, os valores foram de 51%, 36%, 94% e 42%, respectivamente, referentes as B, Cu, Mn e Zn.

Com o exposto, parece que existe uma demanda maior de nutriente pelas folhas externas da planta de alface americana para que o nutriente absorvido seja convertido em matéria seca produzida, já que a quantidade de matéria seca da parte comercial das plantas foi estatisticamente inferior à das folhas externas, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 8A).

O acúmulo dos nutrientes manteve-se constante quando variaram as doses de nitrogênio e fósforo (Tabela 15), demonstrando um consumo normal, independente dos tratamentos aplicados, refletindo o bom estado nutricional das plantas e as condições encontradas para o solo.

TABELA 15. Acúmulo de nutrientes na parte comercial de alface americana, com 51 dias após o transplante, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicados no solo. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Doses (kg/ha)	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/m ²					
Nitrogênio						
148	5,94 a	0,72 a	6,05 a	1,37 a	0,41 a	0,49 a
208	5,75 a	0,67 a	5,76 a	1,41 a	0,40 a	0,49 a
268	5,37 a	0,62 a	3,97 a	1,26 a	0,36 a	0,42 a
Fósforo						
200	5,88 a	0,69 a	4,61 a	1,38 a	0,41 a	0,48 a
400	5,97 a	0,69 a	5,89 a	1,42 a	0,40 a	0,47 a
600	5,76 a	0,66 a	4,34 a	1,30 a	0,39 a	0,46 a
800	5,15 a	0,65 a	6,20 a	1,28 a	0,36 a	0,45 a
Média geral	5,68	0,67	5,26	1,34	0,39	0,46
C.V. (%)	20,76	17,99	11,05	14,78	17,18	19,94
Doses (kg/ha)	Micronutrientes					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg/m ²					
Nitrogênio						
148	4,42 a	7,84 a	132,71 a	10,02 a	12,77 a	
208	4,18 a	7,36 a	209,93 a	10,37 a	12,10 a	
268	4,41 a	5,92 a	126,59 a	8,960 a	11,57 a	
Fósforo						
200	4,28 a	7,57 a	209,54 a	9,950 a	13,34 a	
400	4,48 a	7,19 a	173,96 a	10,26 a	12,10 a	
600	4,55 a	6,58 a	102,46 a	9,540 a	11,72 a	
800	4,04 a	6,84 a	139,69 a	9,390 a	11,42 a	
Média geral	4,33	7,04	156,41	9,78	12,14	
C.V. (%)	16,84	29,47	19,16	19,89	15,89	

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 16. Acúmulo de nutrientes na parte comercial e folhas externas de alface americana. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Alface americana	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/m^2					
Parte comercial	5,68 a	0,67 a	5,260 a	1,34 a	0,39 a	0,46 a
Folha externa	9,78 b	0,71 a	14,77 b	7,70 b	1,63 b	1,18 b
Média geral	7,73	0,69	10,01	4,52	1,01	0,82
C.V. (%)	14,28	17,75	16,16	13,37	15,29	20,23
Alface americana	Micronutrientes					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg/m^2					
Parte comercial	4,33 a	7,04 a	156,41 a	9,780 a	12,14 a	
Folhas externa	8,90 b	11,09 b	105,79 b	169,9 b	21,00 b	
Média geral	6,61	9,06	131,10	89,84	16,57	
C.V. (%)	22,09	21,10	23,20	19,07	18,81	

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

5 CONCLUSÕES

A cultura de alface apresentou um bom estado nutricional, com teores de macronutrientes e micronutrientes dentro da normalidade.

A parte comercial e as folhas externas das plantas apresentaram diferenças quanto aos teores e acúmulos de nutrientes, sendo as folhas externas aquelas que apresentam maiores concentrações.

O plantio de alface americana em sucessão ao feijão, seguido de pousio da área, apresentou uma produção elevada para o primeiro cultivo, mostrando-se uma prática viável para o manejo da cultura.

As doses de nitrogênio e fósforo utilizadas pelo produtor para iniciar um cultivo de alface americana poderiam ser reduzidas, quando o teor dos mesmos no solo forem alto, evitando-se o desperdício de adubos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.M.H.; LÓPEZ, J.R.; REGALADO, A.P.; HERNANDES, J.F.G. **El riego localizado**. Tenerife: Instituto Nacional de Investigaciones Agrária, 1987. 317p. (Curso Internacional de Riego Localizado).
- ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1998. 35p. (Boletim Técnico, 3).
- ANDRIOLO, J.L. **O cultivo de plantas com fertirrigação**. Santa Catarina: UFSM, 1996. 47p.
- ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. **Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p. 28-32, 1997.
- ALVARENGA, M.A.R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. Lavras: UFLA, 1999. 117p (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- ALVES, D.R.B. **Efeitos de adubações nitrogenadas via água de irrigação e convencional na produtividade de alface**. Botucatu: UNESP, 1996. 76p. (Dissertação – Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimental agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BARBER, S.A. Diffusion and mass-flow concept of soil nutrient availability. *Soil Science*, Madison, v.93, p. 39-49, 1962.

⑥ BLANCO, M.C.S.G.; GROppo, G.A.; TESSARIOLI NETO, J. *Manual técnico das culturas*. 2.ed. Campinas: CATI, 1997. Alface (*Lactuca sativa* L.). p. 13-18. (Manual, 8)

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normas climatológicas: 1961-1990*. Brasília: MARA, 1992. 84p.

BÜCHELE, F.A.; SILVA, J.A. da. *Manual prático de irrigação por aspersão em sistemas convencionais*. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 81p. (Boletim Técnico, 58).

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

CADAHIA, C.L. *El cultivo del tomate*. Madrid: Nundi-Prensa, 1995. Fertilización. p. 169-225.

⑥ CÂNIZARES, K.A.L.; BALLARIM, J.A.T.; IOLI, R.N.; STRIPARI, P.C.; GOTO, R.; BULL, L.T. Tipos de solos e adubação fosfatada em alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. *Resumos...* Petrolina: SOB, 1998. p. 50.

CANTARELLA, H. Adubação com nitrogênio, potássio e enxofre. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.

Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.
2.ed. Campinas: IAC, 1997. p. 22-27. (Boletim Técnico, 100).

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E.A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p. 45-55, jan./jun. 1980.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Lavras, 1999. 176p.

CORTEZ, G.E.P. Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1999. 75p. (Tese – Doutorado em Produção Vegetal).

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas.** Brasília: EMBRAPA/Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 294p.

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

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D. de.; HAAG, H.P. Absorção de macronutrientes pela cultura da alface. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças.** Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 142-149.

- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2000. 357p.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais ... São Carlos: UFSCar: 2000. p. 255-258.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia.** 2.ed. Maceió: EDUFAL, 1996. 606p.
- FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. **Fertilizantes fluidos.** Piracicaba: Potafos, 1994. p. 227-260.
- GARCIA, L.L.C. **Absorção de macro e micronutrientes e sintomas de carência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia.** Piracicaba: ESALQ, 1982. 78p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- HAAG, P.H.; OLIVEIRA, G.D. de; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.M. de. **Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial.** In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças.** Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 447-474.

- KALIL, A.J.B.** Comparação entre adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.). Viçosa: UFV, 1992. 60p. (Dissertação – Mestrado em Fitotenia).
- KATAYAMA, M.** Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 141-148.
- KOEFENDER, V.N.** Crescimento e absorção de nutrientes pela alface cultivada em fluxo laminar de solução. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 85p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- ♠ **MALAVOLTA, E.** Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de.** Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da.** Adubação nitrogenada para cultivares de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. Resumos... Londrina: EMBRAPA-Soja/IAPAR/UEL/UEM, 2001. p. 162.
- MARSCHNER, H.** Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London: Academic. Press, 1995. 889p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. Manejo da irrigação em hortaliças. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 72p.

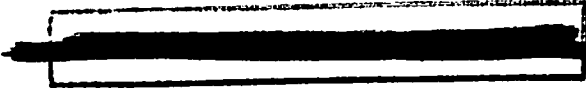
MESQUITA FILHO, M.V. de.; SOUZA, A.F.; MOITA, A.W. Comportamento da alface em decorrência da adição residual de fósforo e de composto de lixo em solo sob serrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. Resumos... Petrolina: SOB, 1998. p. 197.

MEZZOMO, A.; MARQUEZI, C.; SCHURT, D.A.; ROCHA, J.G.C.; LOPES, P.M.; SABATOVICZ, W. Diferentes níveis de adubação nitrogenada por cobertura em alface (*Lactuca sativa* L.) com e sem irrigação por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. Resumos... Londrina: EMBRAPA-Soja/IAPAR/UEL/UEM, 2001. p. 124.

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

NICOULAUD, B.A.L., MEURER, E.J., ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo “areia quartzosa hidromórfica”. Horticultura Brasileira, Brasília, v.8, n.2, p. 6-9, 1990.

⊕ **OLIVEIRA, C.M. de.; PAIVA JUNIOR, M.C. de.; DANTAS, B.F.; CARVALHO, J.B.; SOUZA, R.J. Efeito de diferentes doses de fósforo na produção de alface (*Lactuca sativa*) cv. Lucy Brown. In: CONGRESSO**



BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. Resumos...
Petrolina: SOB, 1998. p. 224.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M. Fertirrigação: adubação via água de irrigação.
Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1990. 16p. (EMBRAPA/CPATSA.
Documentos, 70).

♠ PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. MB-4: agricultura sustentável, trofobiose e
biorfertilizantes. Blumenau: Fundação Juquira Candiru/MIBASA, 1996.
273p.

QUIJANO, F.G.; FERNANDES, H.S. Uso de vermicomposto na nutrição de
duas cultivares de alface em ambiente protegido. In: CONGRESSO
BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. Resumos...
Tubarão: SOB/UNISUL, 1999. p. 287.

♠ RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos,
1991. 343p.

RICCI, M. dos S.F.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Teores
de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico.
Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.8, p. 1035-1039, 1995.

ROCIO, A.C.; FERREIRA, V.P.; LAUER, C.; ROSONE, E.; SILVA, E.L.;
NICOLAUD, B.A.L. Resposta de alface à fertilização nitrogenada. In:
CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão.
Resumos... Tubarão: SOB/UNISUL, 1999. p. 316.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica.

II: teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres, Lavras**, v.45, n.261, p. 437-449, 1998.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Rendimento e concentração de

nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.17, n.2, p. 125-128, 1999.

RUSCHEL, J. Acúmulo de nitrato, absorção de nutrientes e produção de

duas cultivares de alface cultivadas em hidroponia, em função de doses conjuntas de nitrogênio e potássio. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 76p. (Dissertação – Mestrado em Solos de Nutrição de Plantas).

SANTIAGO, J.P. Água na dose certa. **Guia Rural, São Paulo**, v.4, n.3, p. 56-58, 1990.

SLANGEN, J.H.G.; TITULAER, H.H.H., GLAS, W. The importance of

fertigation for the improvement of N-fertilizer use efficiency in lettuce culture. **Acta Horticulturae, London**, n.222, p. 135-146, 1988.

THEODORO, F.; EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas 8.0:**

manual de uso provisório. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 1999. 141p.

TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.;

QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p. 157-164. (Boletim Técnico, 100).

VALE, F.R. do.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A.; FURTINE NETO, A.E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1995a. 171p.

VALE, F.R. do.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A.; FURTINE NETO, A.E. **Manejo da fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1995b. 206p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Metodologia básica e aplicações.** Viçosa: UFV, 1991. 449p.

◊ VITTI, G.C. **Tópicos de nutrição mineral de plantas.** Jaboticabal: FCAV, 1988, 53p.

WHITNEY, D.A.; COPE, J.T.; WELCH, L.F. Prescribing soil and crop nutrient needs. In: ENGELSTAD, O.P. (ed.). **Fertilizer technology and use.** 3.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1985. p. 25-52.

ANEXOS

TABELA 1A - Resumo das análises de variância dos dados de matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da parte comercial, matéria seca da parte comercial, diâmetro de cabeças e número de folhas. UFLA, Lavras – MG, 2000	72
TABELA 2A - Resumo das análises de variância para as regressões dos dados de matéria seca da parte aérea e matéria seca da parte comercial. UFLA, Lavras – MG, 2000	73
TABELA 3A - Resumo das análises de variância para as regressões do teor de potássio, cálcio e manganês nas folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	73
TABELA 4A - Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes das folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	74
TABELA 5A - Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes das folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	75
TABELA 6A - Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes na parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	76
TABELA 7A - Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes na parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	77
TABELA 8A - Resumo da análise de variância dos dados entre matéria seca de folhas externas e matéria seca da parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	77

TABELA 9A - Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes entre parte comercial e folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	78
TABELA 10A- Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes entre parte comercial e folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000	78

TABELA 1A – Resumo das análises de variância dos dados de matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da parte comercial, matéria seca da parte comercial, diâmetro de cabeças e número de folhas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios					
		MFPA ¹	MSPA ²	MFPC ³	MSPC ⁴	DC ⁵	NF ⁶
Blocos	3	54.805556	73532.250000	14.055556	16047.944444	77.166667	63.131944
N	2	3.083333	59389.750000*	0.020833	9847.270833*	35.895833	5.583333
P	3	1.416667	1654.305556	0.388889	499.500000	27.166667	2.854167
N x P	6	15.666667	2757.972222	3.493056	815.854167	36.395833	18.250000
Resíduo	33	16.457071	11632.250000	3.070707	1493.959596	38.712121	9.859217
Total	47						

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹MFPA = matéria fresca da parte aérea, ²MSPA = matéria seca da parte aérea, ³MFPC = matéria fresca da parte comercial, ⁴MSPC = matéria seca da parte comercial, ⁵DC = diâmetro de cabeças e ⁶NF = número de folhas.

TABELA 2A – Resumo das análises de variância para as regressões dos dados de matéria seca da parte aérea e matéria seca da parte comercial. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		MSPA ¹	MSPC ²
Efeito de N			
Linear	1	116735.991304*	19683.216248*
Desvios de regressão	1	2043.508696 ^{ns}	11.325419 ^{ns}
Resíduo	33	11632.250000	1493.959596

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

ns = não significativo.

¹MSPA = matéria seca da parte aérea.

²MSPC = matéria seca da parte comercial.

TABELA 3A – Resumo das análises de variância para as regressões do teor de potássio, cálcio e manganês nas folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Teor		
		K	Ca	Mn
Efeito de N				
Linear	1	0.256208*	–	–
Efeito de P				
Linear	1	–	–	66638.9469*
Quadrático	1	–	29.065225*	–
Desvios de regressão	1	0.117262 ^{ns}	17.521897 ^{ns}	9757.8910 ^{ns}
Resíduo	33	0.054284	4.707071	7908.308712

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

ns = não significativo.

GL = graus de liberdade.

TABELA 4A – Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes das folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Macronutrientes					
		Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	5.250000	0.076389	0.402674	10.05555	0.805556	1.187500
N	2	1.270833	0.0E+000	0.186735*	3.062500	0.437500	1.333333
P	3	4.305556	0.076389	0.075846	15.666666*	0.250000	0.354167
N x P	6	3.493056	0.055556	0.069102	6.895833	0.270833	0.166667
Resíduo	33	8.659091	0.061237	0.054284	4.707071	0.411616	0.520833
Total	47						
Fontes de Variação	GL	Micronutrientes					
		Quadrados Médios					
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Blocos	3	59.722222	87.055556	4760037.25	27033.0208	923.250000	
N	2	89.645833	63.812500	1084954.14	10654.52083	157.687500	
P	3	14.722222	138.61111	1027684.47	28718.2430*	390.305556	
N x P	6	70.118056	55.923611	404146.534	3673.82638	128.993056	
Resíduo	33	93.131313	48.904040	669020.159	7908.30871	184.098485	
Total	47						

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.

TABELA 5A – Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes das folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

		Macronutrientes					
Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	16.6875	0.90972	342.3333	4.388889	0.250000	0.020833
N	2	8.77083	0.14583	289.0833	4.020833	0.062500	0.145833
P	3	0.46527	0.24305	116.6666	1.277778	0.027778	0.020833
N x P	6	1.38194	0.11805	135.5833	1.131944	0.090278	0.062500
Resíduo	33	1.83901	0.19760	83.72727	1.479798	0.113636	0.066288
Total	47						

		Micronutrientes				
Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	23.35416	86.90972	104613.4444	4578.30555	35.000000
N	2	13.56250	11.43750	268867.5833	2152.75000	79.645833
P	3	0.187500	29.02083	45380.38888	1773.86111	26.611111
N x P	6	8.229167	11.10416	46892.05555	1039.11111	16.423611
Resíduo	33	10.35416	21.45517	62793.89899	1441.41161	25.848485
Total	47					

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.

TABELA 6A – Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes na parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Macronutrientes					
		Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	48.9444	1.74305	1107.611	12.80555	0.583333	0.854167
N	2	20.0203	0.25000	575.1458	1.270833	0.270833	0.270833
P	3	20.3888	0.29861	450.0555	1.250000	0.027778	0.076389
N x P	6	24.3263	0.52777	149.0347	0.854167	0.131944	0.076389
Residuo	33	30.2323	0.47032	256.3383	1.214646	0.143939	0.278409
Total	47						

Fontes de Variação	GL	Micronutrientes				
		Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	205.9750	461.1388	392.372759	94.916667	868.576389
N	2	15.32529	302.6458	140.297990	156.333333	36.520833
P	3	11.93031	56.25000	140.933588	47.250000	115.298611
N x P	6	22.38019	161.5625	102.918553	69.833333	11.131944
Residuo	33	16.61544	130.1540	106.682039	118.780303	118.182449
Total	47					

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.

TABELA 7A – Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes na parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Macronutrientes					
		Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	14.6319	0.076389	53.46527	0.965278	0.104202	0.166667
N	2	14.1458	0.062500	64.02083	0.895833	0.156304	0.145833
P	3	2.18750	0.020833	25.24305	0.409722	1.6E-017	0.055556
N x P	6	4.89583	0.062500	10.65972	0.201389	0.022329	0.034722
Resíduo	33	3.41982	0.061237	14.69255	0.238005	0.031125	0.075758
Total	47						

Fontes de Variação	GL	Micronutrientes				
		Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	21.55555	99.07638	253821.576	44.743056	4.743056
N	2	1.270833	73.89583	192502.020	71.687500	70.645833
P	3	1.277778	6.743056	120107.020	5.409722	21.131944
N x P	6	1.381944	18.03472	85023.7708	14.159722	9.423611
Resíduo	33	1.828283	13.63699	90844.7430	16.546086	19.652146
Total	47					

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.

TABELA 8A – Resumo da análise de variância dos dados entre matéria seca de folhas externas e matéria seca da parte comercial das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos	3	785982.510417
Tratamento	1	37408805.510417*
Resíduo	91	69383.419757
Total	95	

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

TABELA 9A – Resumo das análises de variância dos teores de macro e micronutrientes entre parte comercial e folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Macronutrientes					
		Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	31.2916	1.1250	2451.288	9.625000	0.777778	1.486111
Tratamento	1	477.041*	73.500*	3468.010	4732.041*	140.1666*	13.50000*
Resíduo	91	17.9748	0.2719	1019.371	3.747711	0.272894	0.373626
Total	95						

Fontes de Variação	GL	Micronutrientes				
		Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	211.0104	472.7083	4373613.62	13157.2881	1683.89930
Tratamento	1	21.09375	1426.041*	67841800.0*	4275282.09*	2175.51041*
Resíduo	91	51.53972	96.23946	1002811.94	4804.24210	143.351992
Total	95					

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.

TABELA 10A – Resumo das análises de variância dos acúmulos de macro e micronutrientes entre parte comercial e folhas externas das plantas. UFLA, Lavras – MG, 2000.

Fontes de Variação	GL	Macronutrientes					
		Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	29.9305	0.7083	83.87152	3.454861	0.236111	0.093750
Tratamento	1	32.6666*	4.1666	231.2604*	348.8437*	2.041667*	0.260417*
Resíduo	91	2.95787	0.1282	68.05528	0.937157	0.123168	0.069940
Total	95						

Fontes de Variação	GL	Micronutrientes				
		Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	38.06597	3405.538	186290.871	2597.92708	31.843750
Tratamento	1	3.010417*	159934.5*	455315.593*	317055.093*	157.593750*
Resíduo	91	5.651442	5955.2979	85683.5607	772.464629	23.341918
Total	95					

* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

GL = graus de liberdade.