

**EFEITO DO CLORETO DE POTÁSSIO VIA
FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
ALFACE AMERICANA EM CULTIVO
PROTEGIDO**

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

1999

TOPIC: WILLIAM

... ..

... ..

...

...

...

...

... ..

46839

16649 MFN

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

**EFEITO DO CLORETO DE POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA EM CULTIVO PROTEGIDO.**

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

Orientador

Prof. Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1999

CDD-632.25803

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

Mota, José Hortêncio

Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido / José Hortêncio Mota. – Lavras : UFLA, 1999.

46 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Potássio. 2. Fertirrigação. 3. Alface – *Lactuca sativa*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.52893

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

**EFEITO DO CLORETO DE POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA EM CULTIVO PROTEGIDO.**

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

Aprovada em 17 de março de 1999

Prof. Dra. Janice Guedes de Carvalho

UFLA

Pesq. Dr. Emani Clarete da Silva – Bolsista Fapemig

UFLA



Prof. Dr. Rovilson José de Souza

UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus queridos pais José Ferreira Mota e Eurides Borges Mota pelo amor e orientação nos caminhos do bem, e aos meus irmãos Elpenildo, Elpenor, Edma e Edna, pelo incentivo e carinho durante todos os momentos da minha vida.

DEDICO.

ACREDITAR JÁ É FAZER.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo maravilhoso dom da vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, na pessoa do Prof. Rovilson José de Souza, coordenador do curso de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Aos professores Luíz Antônio Lima, Janice Guedes de Carvalho, Emani Clarete da Silva e José R. Peixoto, pela amizade e cooperação no desenvolver deste experimento.

Aos colegas do setor de horticultura, Pedro, Josimar, Milton, e aos das plantas medicinais, Luís e Geraldo.

Aos amigos e colegas Aquiles J. da Cunha, Elberes, Ceará, Dimas, Tania, Dulcimara, Naiara de Moura Ribeiro, Joelma, Telma, Alexandro Pereira, Alan Kardec, Ademir, Itamar R. Texeira, Tadeu, Paulo M. Norberto, Valerio A. Melo, Mauro E. Nappo, Peru, Ademir, Johny Yuri, Silvio Vieira, Valcir e Aliria, Eustáquio R. Bittar e Joely, Marcos e Celia, Frederico A. G. G. e Kaila, Adelson e Nenen, Rubens M. R. N e Carla, Carlos Aragão e Barbara, João e Michelliny.

Ao corpo docente da Escola Estadual São Francisco de Assis por ensinar a ler e escrever as primeiras palavras e a Escola Estadual Madre Maria Blandina, por complementar meu aprendizado.

Ao bibliotecário Antônio M. de Carvalho, pela revisão das citações bibliográficas.

A todas as pessoas aqui citadas ou não, que em algum momento contribuíram para este trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO | i |
| ABSTRACT | ii |
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 03 |
| 2.1 Consumo de hortaliças no Brasil | 03 |
| 2.2 Alface americana no Brasil | 03 |
| 2.3 Botânica e cultivares de alface..... | 05 |
| 2.4 Características da alface americana | 06 |
| 2.5 Exigências nutricionais | 07 |
| 2.6 Efeito do potássio | 08 |
| 2.7 Fertirrigação | 11 |
| 3. MATERIAL E METÓDOS | 14 |
| 3.1 Área experimental | 14 |
| 3.2 Fatores climáticos | 14 |
| 3.3 Delineamento experimental | 16 |
| 3.4 Caracterização e condução da cultura | 17 |
| 3.5 Manejo da irrigação..... | 19 |
| 3.6 Características avaliadas no experimento | 19 |
| 3.6.1 Produção total | 19 |
| 3.6.2 Número e peso médio das folhas externas | 20 |
| 3.6.3 Produção de cabeça comercial | 20 |
| 3.6.4 Circunferência da cabeça comercial | 20 |
| 3.6.5 Número médio de folhas internas | 20 |
| 3.6.6 Diâmetro, comprimento e peso médio do caule | 21 |
| 3.6.7 Peso médio de raiz | 21 |
| 3.7 Análise estatística | 21 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1 Produção total | 23 |
| 4.2 Produção de cabeça comercial | 26 |
| 4.3 Número médio de folhas internas | 28 |
| 4.4 Circunferência da cabeça comercial | 30 |
| 4.5 Diâmetro médio do caule | 32 |
| 4.6 Peso médio do caule | 34 |
| 4.7 Peso médio de raiz | 35 |
| 5 CONCLUSÕES | 38 |
| 6 SUGESTÕES DE PESQUISA..... | 39 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 40 |

RESUMO

MOTA, José Hortêncio. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. Lavras, 1998. 46p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)*

O experimento foi desenvolvido no setor de olericultura do Departamento de Agricultura da UFLA, em uma estufa de 320m², modelo Ana Dias Modificado, com o objetivo de avaliar a aplicação de potássio via fertirrigação em alface americana (*Lactuca sativa* L) do grupo repolhuda crespa, cultivar Lorca. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cinco doses de cloreto de potássio (60% K₂O) na fertirrigação, sendo os tratamentos constituídos pelas dosagens 0; 50; 100; 200 e 300 kg.ha⁻¹ KCl. A adubação potássica foi aplicada em dez etapas. As características analisadas foram: produção total, produção comercial, diâmetro médio do caule, peso médio do caule e peso médio de raiz. A dose de cloreto de potássio que proporcionou os melhores resultados foi 113,77kg.ha⁻¹ KCl. O potássio não teve influência na produção de folhas externas, peso de folhas externas e no comprimento do caule. As altas doses de potássio, acima de 200 kg.ha⁻¹, foram prejudiciais à produção de alface americana.

*Comitê Orientador: Rovilson José de Souza – UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA, Luíz Antônio Lima – UFLA.

ABSTRACT

MOTA, José Hortêncio. **The effect the of potassium chloride fertigation in crisphead lettuce production in greenhouse.** Lavras, 1998. 46p.
(Dissertation – Masters in Plant Science)*

The experiment was carried out in the Horticulture section of the Agriculture Department of UFLA, in a 320m² greenhouse, of a modified model Ana Dias. The objective of this work was to evaluate the potassium fertigation in lettuce, *Lactuca sativa* L, cv. Lorca, of the crisphead group. The experimental design was completely randomized blocks with four repetitions and five doses of potassium chloride (60% K₂O) by fertigation. The treatments were 0; 50; 100; 200 and 300 kg.ha⁻¹ KCl. The fertilization was applied in 10 stages. The parameters assessed were total production, commercial head production, average stem diameter, average stem weight and average root weight. The best results were reached with 113,77 kg.ha⁻¹ KCl. The potassium had no influence on stem length, external leaves weight and external leaves production. High potassium doses (over 200 kg.ha⁻¹) is damaging for this cultivar production.

*Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho – UFLA, Luiz Antônio Lima – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) está entre as hortaliças mais cultivadas no mundo (Medina, 1982). A cultura da alface, em especial o grupo repolhuda americana, no Brasil, ainda tem pequeno destaque, quando comparado com tomate e a batata, que em 1990 produziram respectivamente 2,2 e 1,9 milhões toneladas, contribuindo com 50,7% da produção total de hortaliças (Couto, 1991).

Este grupo teve seus primeiros plantios iniciados na década de 90, no Sul de Minas, principalmente na região de Lavras, com uma área cultivada anualmente em torno de 1.800 hectares. Esta área cultivada é atribuída principalmente às condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. É estimado que, na região, sejam produzidas 500 toneladas de alface por semana. Desta produção, 50% é descartado no campo, principalmente folhas externas e plantas danificadas por pragas e/ou doenças. De toda esta produção que sai do campo, passando pela indústria até o produto final, que é o sanduíche, o aproveitamento está em torno de um $\frac{1}{4}$ (Yuri, 1999)¹.

Toda a produção comercial de alface americana tem mercado garantido pela empresa McDonald's, uma multinacional que atua na área de "fast food". A empresa obteve um faturamento, no ano de 1996, estimado em US\$ 690 milhões e atendeu 270,9 milhões de pessoas. Segundo Colosso (1997), nos próximos anos, o número de lojas no Brasil será duplicado, requerendo uma maior produção de alface americana.

A cultura se caracteriza por alta exigência em água e uma das técnicas de irrigação que melhor se adapta é a por gotejamento. A vantagem deste

¹ Yuri, J.E., 1998. Refricon Mercantil Ltda.

método é devida à possibilidade de aplicar, simultaneamente, água e adubo (fertirrigação). Portanto, esta técnica garante a eficiência do uso do solo e da água, evitando a excessiva umidade nas folhas e reduzindo o ataque de doenças.

As plantas são sensíveis às condições de verão chuvoso, portanto, para o cultivo nesta época é necessário o uso de uma cobertura plástica (túnel ou estufa) promovendo melhorias nas condições microclimáticas do ambiente, oferecendo um produto de boa qualidade e obtenção de bons preços.

O uso dos nutrientes minerais é importante para a planta se desenvolver e produzir. O potássio é o mineral mais exigido pela alface (Garcia et al., 1982), e proporciona os seguintes benefícios: aumento da resistência ao ataque de pragas e doenças; maior conversão do nitrogênio em proteínas, aumentando a biomassa; ativa diversos processos enzimáticos; maior translocação de carboidratos; promove a eficiência do uso da água, devido ao controle da abertura e fechamento dos estômatos.

O presente trabalho teve por objetivo testar diferentes doses de potássio via fertirrigação no cultivo de alface americana sobre "mulching" em ambiente protegido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Consumo de Hortaliças no Brasil

As hortaliças ocupam o segundo maior volume de alimentos consumido pela população brasileira, representando 7,81% do orçamento familiar. Os alimentos que ocupam o primeiro lugar em consumo são os grãos, como o arroz, feijão e, em especial, o trigo. Já as maiores despesas são feitas com a compra das carnes, das farinhas, das féculas e derivados, o que demonstra que os grãos e as hortaliças oneram menos os gastos dos consumidores (Pereira, 1991). No Brasil, esta estatística de consumo de hortaliças é de difícil construção, principalmente quando se considera que, nas cidades do interior, pelo menos 30% destas são transferidas diretamente ao consumidor através de supermercados e pequenos comércios (Pereira, 1991 e Cobbe et al., 1990).

O consumo “per capita” de hortaliças nos países do primeiro mundo é estimado 160 kg, enquanto a média brasileira, por habitante, está em torno de 86 kg. Nota-se que há um significativo desnível regional pois, enquanto o consumo na Região Sul é de aproximadamente 100 kg “per capita”, no Nordeste, este índice fica próximo aos 40 kg. O Brasil registrou um lento, porém constante, incremento nesses índices ao longo das duas últimas décadas (Cobbe et al., 1990).

2.2 Alface Americana no Brasil

Com o crescimento das redes de “fast food” no Brasil, foi necessária a produção de um tipo especial de alface conhecida como alface americana, até então pouco comercializado no país. A grande aceitação deste grupo de alface 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 o ano inteiro.

Estas, após serem colhidas no campo, são lavadas, picadas, embaladas e distribuídas para toda a rede de consumo. Sua vantagem em relação aos demais grupos de alface está na resistência ao calor durante o preparo de sanduíches e a seu aspecto crocante.

Como a cultura é recente no Brasil, seu comércio, basicamente, está restrito às redes de "fast food". O mesmo não ocorre nos Estados Unidos, onde a cultura já é tradicional e movimentada milhões de dólares, tendo alcançado, em 1994, mais de 82.500 ha, com valor estimado de US\$ 800 milhões. Segundo Davis et al. (1997), a maior produção está localizada no Estado da Califórnia, que produz, anualmente, em torno de 70-75% das alfaces dos Estados Unidos, seguido pelo estado do Arizona, com 18-20%.

Esta hortaliça folhosa, além de ser uma atividade agrícola importante como geradora de empregos, também possui propriedades nutritivas. São espécies ricas em sais de cálcio e de ferro e apresentam quantidades razoáveis das vitaminas A, B₁, B₂, B₆, C. Possuem baixo valor em calorias, sendo aconselhável nas dietas por serem de fácil digestão, (Shizuto, 1983 e Katayama, 1990).

A alface também é utilizada na forma de suco, para combater a insônia, possuindo propriedades diurética, depurativa, calmante, eupéptica, mineralizante, vitaminizante e desintoxicante, além de contribuir no combate às palpitações do coração e à prisão de ventre, devido a seu alto teor de celulose, (Goto et al. 1997 e Pimentel, 1985).

2.3 Botânica e Cultivares de Alface

A alface pertence à família Asteraceae, tribo Cichoriaceae, sendo uma planta herbácea, muito delicada, com caule diminuto, não ramificado, no qual se prendem as folhas. Estas são muito grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça. Sua coloração varia do verde-amarelado até o verde-escuro, sendo que algumas cultivares apresentam as margens arroxeadas. As raízes são do tipo pivotante, podendo atingir até 60 cm de profundidade, porém apresentam ramificações delicadas, finas e curtas, explorando apenas os primeiros 25cm de solo (Filgueira, 1982). Já Santiago (1990) e Büchele (1992) comentam que a maior concentração do sistema radicular da alface encontra-se entre 0 a 20cm. Esta faixa de exploração das raízes tem grande importância quando se faz uso da adubação e da irrigação.

A planta de alface é típica de inverno, capaz de resistir a baixas temperaturas e a geadas leves, sendo as temperaturas amenas essenciais durante toda a fase vegetativa de seu ciclo, especialmente, durante o desenvolvimento da cabeça. Temperaturas elevadas (20-30°C) aceleram o ciclo cultural, resultando em plantas menores, e também induzem à presença de um indesejável sabor amargo (Filgueira, 1982). Jackson et al. (1997) comenta que a alface tem exigência de temperatura distinta, sendo que o ótimo para o dia está em torno de 22,8°C e, para a noite, 7,2°C.

As cultivares de alface podem ser agrupadas conforme a formação ou não da cabeça, em quatro grupos (Filgueira, 1982 e Maluf, 1994):

- a) Repolhuda Manteiga: apresentam folhas lisas, muito delicadas, "amanteigadas", formando uma típica cabeça repolhuda, bem compacta, mas com folhas de cor verde clara. Ex.: White Boston, Sem Rival, Aurélia, Áurea, Glória, série Brasil, dentre outras.;

- b) **Repolhuda Crespa:** são também conhecidas no Brasil como alfaces americanas. Suas folhas são crespas, consistentes, formando uma cabeça compacta com nervuras salientes e folhas imbricadas, semelhante a um repolho. Ex.: Great Lakes, Mesa, Salinas, Calmar, Lorca e Lucy Brown.;
- c) **Solta Lisa:** possuem folhas lisas e soltas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça compacta, mas sim uma roseta de folhas. Ex.: Babá de Verão, Regina 71;
- d) **Solta Crespa:** suas folhas são crespas, consistentes, soltas, não formam cabeça, mas formam uma roseta de folhas. Ex.: Grand Rapids, Slow Bolting, Verônica;
- e) **Romana:** apresentam folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras e protuberantes, formando uma cabeça fofa, alongada. Ex.: Paris Island Cos, Gallega de invierno.

2.4 Características da Alface Americana

A alface americana é adaptada ao clima seco predominante na Califórnia, Estados Unidos (EUA), região onde é cultivada, segundo Filgueira (1982). Apresentam cabeças crespas, folhas imbricadas como no repolho, consistentes e quebradiças, cor verde-esbranquiçada, com nervuras verdes destacadas e um aspecto geral pouco delicado. Resistem bem ao transporte a longas distâncias.

As cultivares americanas apresentam grande acúmulo de matéria verde e seca. São normalmente cultivares tardias, pendoando após 60 dias (Conti, 1994).

Algumas características das cultivares mais plantadas na região de Lavras (Asgrow, 1998).

- a) **Lucy Brown:** possui ciclo de 5 a 6 dias mais precoce no campo que a cultivar Mesa 659, que é de 60 dias. Apresenta cabeça grande, com folhas grossas, com caule muito pequeno. Excelente compactidade e peso, coloração verde-clara, possuindo boa tolerância ao apodrecimento da cabeça, provocado por *Erwinia* spp.;
- b) **Raider:** apresenta ciclo 10 dias mais precoce no campo que a cultivar Mesa 659. Apresenta cabeça de média a grande, com folhas duras, caule muito pequeno. Ótima compactidade e peso e coloração verde-clara;
- c) **Lorca:** tem ciclo de 10 dias mais precoce no campo que a cultivar Mesa 659. Apresenta cabeça grande e pesada. Com a coloração verde-clara, possuindo tolerância a queimaduras das bordas das folhas.
- d) **Lady:** seu ciclo é 45 dias, e é mais precoce que a cultivar Lucy Brown. Apresenta cabeça média a grande, com boa compactidade. Possui resistência ao pendoamento precoce.
- e) **Legacy:** ciclo (58 dias inverno), mais precoce no inverno que a cultivar Lorca e Raider que apresentam 65 e 63 dias, respectivamente. Apresenta cabeça média a grande, com boa compactidade.

2.5 Exigências Nutricionais

A hortaliça é cultivada em áreas agrícolas das mais tecnificadas e está entre as culturas que mais consomem fertilizantes e corretivos no Brasil. Segundo a ANDA-Associação Nacional dos Defensivos Agrícolas, em 1990, as hortaliças ocupam uma área cultivada em torno de 687.000ha, o que representa 1% do total da área cultivada no Brasil, com um consumo médio de fertilizantes

em torno de 619kg/ha. Fazendo uma comparação com as grandes culturas, como milho, soja e café, que utilizam tecnologia avançada, estas consumiram, em média, no ano de 1990, 95, 142 e 210kg/ha de fertilizantes, respectivamente (Silva, 1993). Isto vem demonstrar a importância que o cultivo de hortaliças representa para as indústrias de fertilizantes e corretivos no Brasil.

Furlani (1997) demonstrou o acúmulo de matéria seca e de nutrientes em plantas de alface americana cv. Lorca: matéria seca (27900g/1000plantas), N (1126g/1000plantas), P (163g/1000plantas), K (1623g/1000plantas), Ca (276 g/1000plantas), Mg (69g/1000plantas), B (825mg/1000plantas), Cu (133 mg/1000plantas), Fe (5447mg/1000plantas), Mn (2580mg/1000plantas), Zn (1246mg/1000plantas).

Nota-se que todos os nutrientes são importantes para o bom desenvolvimento das plantas, porém alguns são mais exigidos. Segundo Zambon (1982), a alface absorve em maior quantidade os nutrientes como o potássio, o nitrogênio, o cálcio e o fósforo, não se podendo desprezar, entretanto, a importância dos demais. A alface aumenta de peso lentamente até os 30 dias, quando então, o ganho de peso é acentuado até a colheita. Apesar de absorverem quantidades relativamente pequenas de nutrientes quando comparadas com outras culturas, seu ciclo rápido (50 a 70 dias) a torna mais exigente em nutrientes.

2.6 Efeito do Potássio

O potássio é o terceiro mineral mais abundante na constituição do corpo humano, excedido somente pelo cálcio (Ca) e pelo fósforo (P). Mais de 85% de K encontrado no corpo humano situa-se em órgãos essenciais, tais como músculos, pele, sangue e trato digestivo. Nem animais nem plantas podem sobreviver sem um suprimento adequado de K (Malavolta, 1996). Este fato

demonstra a importância do consumo de alimentos com níveis adequados deste nutriente para a vida humana.

Segundo Faquin (1994), o potássio é, de maneira geral, o segundo nutriente mais exigido pelas culturas, depois do nitrogênio. Depois do fósforo, é o nutriente mais consumido, em forma de fertilizantes, pela agricultura brasileira. O requerimento de K^+ para o ótimo crescimento das plantas está aproximadamente entre 2 a 5% na matéria seca, variando em função da espécie e do órgão analisado.

Quando o solo apresenta um elevado teor de potássio, sua assimilação pela planta pode ser quatro vezes maior que a absorção de fósforo, e igual ou maior que a absorção de nitrogênio. Se este nutriente estiver em grande quantidade disponível no solo, as plantas têm tendência em absorvê-lo em excesso, além de suas necessidades, o que é definido como consumo de luxo (Padilha, 1998).

Sendo o cloreto de potássio relativamente solúvel em água e pouco higroscópico, este apresenta uma alta tendência em elevar a pressão osmótica da solução do solo, devido ao seu alto índice salino, podendo prejudicar a germinação das sementes ou afetar o desenvolvimento do sistema radicular de plantas recém-transplantadas. Este fertilizante pode ser retido no solo na forma trocável. O seu movimento descendente não se dá com a mesma intensidade que o nitrato, sendo lixiviado em função do seu teor na solução do solo e da quantidade de água que percola através do perfil. O cloreto de potássio é a fonte de potássio mais utilizada, com aproximadamente 47,6% de cloro em sua fórmula. Este excesso de cloro em diversas culturas - anuais e perenes - tem provocado problemas na qualidade do produto colhido como o fumo, devido à redução na combustão das folhas, quando secas (Coutinho et al., 1990).

O potássio exerce, nas plantas, uma série de funções relacionadas com o armazenamento de energia. Entre as várias funções, citam-se melhor eficiência


de uso da água, devido ao controle da abertura e fechamento dos estômatos; maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para o restante da planta; maior eficiência enzimática; além da melhoria da qualidade comercial da planta (Yamada, 1995 e Malavolta, 1997).

O nitrogênio é indispensável para a formação de proteína, e esta só terá máxima eficiência se as plantas também forem supridas de quantidades adequadas de potássio. Este aspecto assume relevância em sistemas de agricultura intensiva, onde baixas dosagens de fertilizantes potássicos podem levar a um baixo aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados, com baixas produções (Lopes, 1992).

Também é verificado que o potássio aumenta a resistência natural da parte aérea das hortaliças às doenças fúngicas que tornam os tecidos mais fibrosos e resistentes, inclusive ao acamamento e, principalmente, contrabalanceando o efeito contrário causado pelo excesso de N. Entretanto, o excesso de K^+ desequilibra a nutrição das hortaliças, dificultando a absorção de Ca e Mg (Filgueira, 1981 e Faquin, 1994).

A resistência a pragas é confirmada por Perrenoud (1977) que, em estudo sobre o efeito do potássio na incidência de pragas e doenças, verificou que este melhorou as condições da planta em 65%, quando esta foi avaliada quanto ao ataque de pragas e doenças.

Os nutrientes minerais, de uma maneira geral, podem aumentar ou diminuir a resistência das plantas a patógenos, devido a modificações na anatomia das folhas - células da epiderme mais grossas, lignificadas e ou silicificadas - e nas propriedades fisiológicas e bioquímicas com produção de substâncias inibidoras ou repelentes. Na cultura do arroz, a aplicação de potássio controlou a podridão do caule. A fertilização com baixos níveis de potássio pode reduzir a resistência de várias espécies de plantas ao ataque de patógeno. Este fato tem sido verificado também em algodão e tomate, em relação à murcha de



Verticillium sp. Em plantas deficientes deste nutriente, a síntese de compostos de elevado peso molecular (proteínas, amido e celulose) é diminuída, e compostos orgânicos de baixo peso molecular acumulam-se (Zambolim, 1994).

Malavolta (1980) fez inferência ao potássio no sentido de que um maior número de doenças das plantas é atenuado mais pelo seu uso do que de qualquer outro nutriente. No caso do milho e do arroz, com o uso do potássio ocorre um aumento da liquificação das células esclerenquimatosas e espessura das paredes celulares do colmo, proporcionando maior resistência ao acamamento. Nas hortaliças como a alface, ocorre uma grandes extração de potássio, no entanto, altas doses não têm demonstrado resposta de produção (consumo de luxo).

De uma maneira geral, o aumento nos níveis de potássio na planta, além do ótimo, não causa efeitos substanciais nos constituintes orgânicos das plantas e nem na resistência a doenças (Zambon 1982 e Zambolim 1994).

2.7 Fertirrigação

As plantas retiram do solo a maior parte dos nutrientes minerais que necessitam para o seu desenvolvimento. Para evitar seu desgaste prematuro, é necessário que se reponha esses minerais por meio de adubações e, quando se tem a irrigação para suprir água as plantas, torna-se possível praticar a fertirrigação, que é uma técnica simples de aplicação de adubos via água de irrigação.

O sistema de irrigação por gotejamento desenvolvido em Israel, na década de 60, surgiu com o intuito de irrigar pequenas áreas, como plantas olerícolas (Nogueira et al. 1990). Posteriormente, este sistema expandiu-se para todo o mundo, nas mais diversas culturas.

Uma das grandes vantagens deste sistema é a aplicação de uma lâmina uniforme d'água, o que, para o cultivo de hortaliças, é de fundamental importância, pois algumas são constituídas por 90% de água.

Para se obter uma boa produtividade, o teor de umidade no solo, deve ser mantido acima de 80% da água útil disponível no solo, durante todo o ciclo cultural, inclusive na colheita. Devido à cultura da alface ser consumida crua, é de suma importância que água de irrigação seja de boa qualidade, isenta de microrganismos causadores de doenças (Filgueira, 1981/82).

Em países onde a agricultura irrigada é mais desenvolvida, a fertirrigação já é uma prática rotineira. No Brasil, pode-se citar a utilização de fertirrigação na produção de melão. Embora possa haver aumento na produtividade da cultura, deve-se tomar cuidado, uma vez que o melão é produzido preponderantemente em solos arenosos, onde o manejo da água, dos nutrientes e do teor dos mesmos é mais difícil (Costa et al., 1986).

Segundo Frizzone (1985) e Abreu et al. (1987), a aplicação mecânica de fertilizantes é relativamente demorada e em alguns casos provoca a compactação do solo, sendo a fertirrigação bastante rápida e cômoda, já que a solução de fertilizantes dilui-se de forma homogênea na água de irrigação, distribuindo-se na área da mesma forma que a água.

Dentro dos sistemas de irrigação, o mais utilizado para a produção da alface americana é a fertirrigação. Dentro das vantagens do uso desta técnica, pode-se citar:

- a) nenhum equipamento pesado entra no campo, evitando a compactação do solo;
- b) as técnicas de aplicações químicas convencionais danificam as raízes e as folhas;
- c) menos equipamentos para aplicar substâncias químicas;
- d) menos energia na operações de aplicações químicas;

- e) menos trabalho para supervisores gerenciarem as aplicações;
- f) pode-se regular mais cuidadosamente e monitorar o fornecimento de nutrientes;
- g) os nutrientes são distribuídos mais uniformemente junto ao sistema radicular;
- h) os nutrientes podem ter suas dosagens ajustadas ao longo do ciclo da cultura, de acordo com as exigências das plantas e a expectativa de produtividade (Andrade, 1998).

Para obter uma boa uniformidade de aplicação de fertilizantes, estes devem ser solúveis em água e não reagir entre si, formando precipitados, o que levaria a obstruções freqüentes do sistema. Para evitar estes problemas, a concentração dos fertilizantes usados na água de irrigação não deve ultrapassar 700ppm e o intervalo básico deve estar entre 200 e 400ppm, principalmente através de gotejadores em que, devido à reduzida velocidade da água na tubulação, poderá acarretar precipitação dos nutrientes da solução, resultando em obstruções nos emissores (Pizarro, 1987).

A utilização de adubos à base de fósforo não é recomendada na fertirrigação, porque sua pequena solubilidade em água ocasiona a formação de precipitados de cálcio e de magnésio, causando entupimento dos emissores, e sua pouca mobilidade nos solos reduz a eficiência de absorção. E quando são usados adubos potássicos, pode-se ter problemas se a água for rica em matéria orgânica, devido ao seu efeito floculante, com possibilidade de causar entupimento dos emissores (Kalil, 1992). Bernado (1995) recomenda que as fontes de fósforo sejam aplicadas no solo devido a sua pouca mobilidade e que as fontes de nitrogênio e o potássio sejam aplicadas via fertirrigação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área Experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, MG, em uma estufa modelo Ana Dias Modificado, no período de abril a junho de 1998. Lavras esta situada ao Sul de Minas Gerais à 21° 14' de latitude sul e a 45° 00' de longitude oeste, a uma altitude de 918 metros (Castro Neto et al., 1980).

O experimento foi instalado em um solo classificado como Latossolo Roxo Distrófico. Foram coletadas amostras do solo na profundidade de 0-20 e 20-40 cm para análises químicas e físicas (Tabela 1).

3.2 Fatores Climáticos

O clima da região é caracterizado por uma temperatura média, no mês mais quente, de 22,1°C e, no mês mais frio, de 15,8°C, sendo a temperatura média anual de 19,4°C; a precipitação total anual é de 1529,7mm e a umidade relativa do ar média anual de 76,2°C (Brasil, 1992).

Os dados relativos às médias das temperatura máxima e mínima e à evaporação do Tanque Classe A durante o período do experimento, no interior da estufa, são apresentadas pelas Figura 1 e 2.

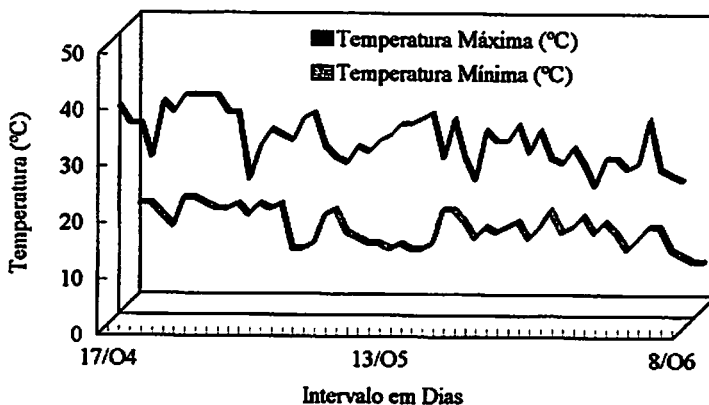


FIGURA 1: Representação gráfica das médias das temperaturas máximas e mínimas no interior da estufa, durante a condução do experimento, no período de abril a junho de 1998. UFLA, Lavras-MG, 1998.

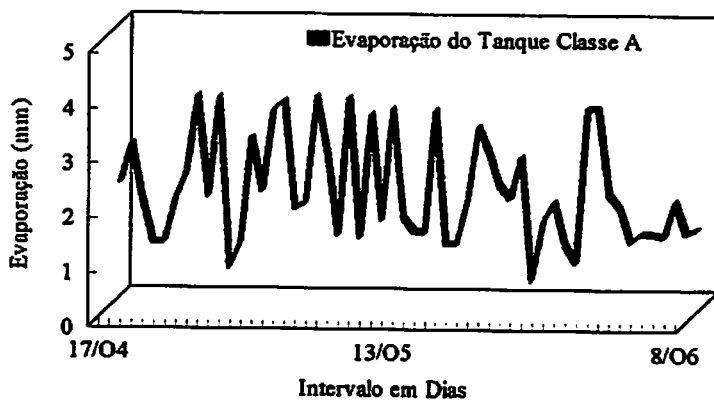


FIGURA 2: Representação gráfica da evaporação diária do Tanque Classe A, (mm) no interior da estufa, durante a condução do experimento, no período de abril a junho de 1998. UFLA, Lavras-MG, 1998.

TABELA 1: Resultados das análises química e física da amostra do solo coletado na área do experimento, Lavras - MG, 1998⁽¹⁾.

| Características do Solo | 0 - 20cm | 0 - 40cm |
|-------------------------------|------------------------|----------|
| pH (água) | 5,6 AcM ⁽²⁾ | 5,2 AcM |
| P (mg/dm ³) | 3 B | 3 B |
| K (mg/dm ³) | 42 M | 28 B |
| Ca (mmol./dm ³) | 32 M | 20 M |
| Mg (mmol./dm ³) | 8 M | 9 M |
| Al (mmol./dm ³) | 0,0 M | 0,0 M |
| H+Al (mmol./dm ³) | 36 M | 45 M |
| SB (mmol./dm ³) | 41 M | 30 M |
| t (mmol./dm ³) | 41 M | 30 M |
| T (mmol./dm ³) | 77 M | 75 M |
| m (%) | 0,0 B | 0,0 B |
| V (%) | 53 M | 40 B |
| Zinco (mg/dm ³) | 1,4 A | 0,9 A |
| Boro (mg/dm ³) | 0,27 M | 0,27 M |
| M.O (dag/kg) | 2,2 M | 1,9 M |
| Areia (g/kg) | 20 | 23 |
| Limo (g/dm ³) | 27 | 23 |
| Argila (g/dm ³) | 53 | 54 |

⁽¹⁾ Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

⁽²⁾ AcM = acidez média B = teor baixo, M = teor médio, A = teor alto (Raij et al. 1996).

3.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 5 tratamento (cinco doses de potássio 0; 50; 100; 200 e 300kg de KCl.ha⁻¹ aplicados em 10 vezes) e 4 repetições. A fonte de potássio utilizada foi o cloreto de potássio de cor branca (60% K₂O), o que proporciona menor entupimento dos gotejadores e tem a vantagem de ser mais solúvel e puro do que o cloreto de potássio de cor laranja. Na adubação de plantio, foram usados 400Kg de P₂O₅/ha, de acordo com a análise de solo (Raij et al., 1996). A fonte de fósforo fornecido foi metade na forma de superfosfato simples e a outra metade na

forma de termofosfato magnesiano. A fonte de nitrogênio utilizada para a fertirrigação foi o nitrato de amônio, 120Kg/ha parcelado em 12 vezes. As parcelas foram constituídas de 54 plantas, com espaçamento de 0,35 x 0,35cm. A calagem foi realizada com calcário dolomítico, com PRNT igual a 100%, para elevar a 80% a saturação por bases trocáveis.

3.4 Caracterização e Condução da Cultura

A estufa foi instalada no sentido leste-oeste, possuindo uma área de 320m², com as dimensões de 10m de largura por 32m de comprimento. A altura na parte central da estufa era de 3,5m e o pé-direito de 2,0m de altura (Figura 3). A estufa foi coberta por um filme transparente de 0,150mm de espessura. Esta cobertura tem a função de proteger as plantas contra excessos de chuva ou temperaturas muito baixas (geadas ou granizo).

Os canteiros tinham as dimensões de 10m de comprimento por 1,10m de largura, totalizando 22 canteiros. Estes canteiros foram cobertos com “mulching” de cor preta e revestidos com uma tinta de cor branca na parte superior, para evitar o aumento de temperaturas sobre as folhas da alface. O “mulching” teve por função proteger a planta do contato direto com o solo, assim como diminuir a concorrência com as plantas daninhas, garantindo um produto mais limpo e de melhor qualidade.

As sementes da cv. Lorca (Figura 3) foram feitas em bandejas multicelulares de 200 células cada uma, preenchidas com substrato artificial à base de vermiculita mais casca de *Pinus* sp. (plantmax). As mudas foram transplantadas para os canteiros após três semanas de sua sementeira. Este transplante foi realizado no dia 17 de abril de 1998, quando as mudas apresentavam 5 folhas e 6cm de comprimento. O preparo do solo dos canteiros foi feito com uma enxada rotativa.



FIGURA 3: Vista da área experimental onde são mostradas a disposição das parcelas, o "mulching", a estrutura de proteção (estufa) e de folhas da alface americana cv. Lorca antes e após a retirada das folhas externas. UFLA, Lavras-MG, 1998.

3.5 Manejo da Irrigação

Os dados de evaporação foram obtidos por um Tanque Classe A, instalado no interior de uma outra estufa próxima ao experimento, tendo as seguintes características: recipiente circular de aço inoxidável de 120cm de diâmetro interno e 25cm de altura, instalado sobre um estrado de madeira a 15cm de altura do solo. No interior do Tanque Classe A, foi instalado um micrômetro de gancho para medir variações no nível de água.

A aplicação da lamina d'água e da fertirrigação foi fornecida pela evapotranspiração do Tanque Classe A, sendo que cada milímetro evaporado corresponde a 6,52 minutos de irrigação. O nutriente previamente calculado era dissolvido em uma caixa de amianto de 500 litros e injetado no sistema com uma pressão positiva, por meio de uma bomba centrífuga mono-estágio Mark Peerless série BP2 de ½ CV.

↳ O procedimento da fertirrigação envolveu três etapas: 1) aplicação de água com a finalidade de encher a mangueira e molhar o solo, 2) injeção do fertilizante, 3) aplicação de água pura para lavar o sistema (Frizzone, et al., 1985). A abertura e fechamento das válvulas solenóides para a irrigação era realizada por controladores automáticos da marca Rain Bird. Cada canteiro continha uma linha de irrigação com gotejadores da marca Katif, com uma vazão de $2,31 \text{ l.ha}^{-1}$, espaçados por 0,35cm entre si.

3.6 Características Avaliadas no Experimento

3.6.1 Produção Total

A colheita foi realizada quando as cabeças atingiram seu máximo desenvolvimento, apresentando-se grandes e compactas. No dia 15 de junho de

1998 foi realizada a colheita, que constituía em cortar a planta logo abaixo das folhas basais, bem rente ao solo, como recomenda Filgueira (1982). Foram colhidas 20 plantas por parcela útil de um total de 54 plantas por canteiro. Posteriormente, as plantas foram pesadas, a fim de estimar a produtividade total, considerando-se 60.000 plantas por hectare.

3.6.2 Número e Peso Médio das Folhas Externas

Para obter o peso e número total de folhas externas, as plantas foram desfolhadas até atingir o ponto ideal de comercialização para a indústria. Estas folhas externas, devido a apresentarem gosto amargo, não têm importância comercial para a indústria, portanto são descartadas no campo.

3.6.3 Produção de Cabeça Comercial

Após a retirada das folhas externas, tem-se a cabeça da alface, que é a parte comercial. Esta geralmente apresenta-se compacta, de coloração creme e com nervuras salientes. Para a estimativa da produção comercial, as cabeças de alface foram pesadas e convertidas para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.6.4 Circunferência da Cabeça Comercial

Depois de pesada a cabeça comercial, procedeu-se a medida de sua circunferência com o auxílio de uma fita métrica.

3.6.5 Número Médio de Folhas Internas

Foram retiradas as folhas internas da cabeça comercial, procedendo sua contagem. Estas folhas foram retiradas até que ficasse somente o caule.

3.6.6 Diâmetro, Comprimento e Peso Médio de Caule

O diâmetro e o comprimento do caule foram medidos, respectivamente, com paquímetro e fita métrica. Posteriormente, procedeu-se a pesagem do caule.

3.6.7 Peso Médio de Raiz

Foram arrancadas 20 raízes por parcela útil e colocadas em uma peneira, para posteriormente serem lavadas em água corrente e depois pesadas.

3.7 Análise Estatística

As análises de variância foram executadas no programa SISVAR, 3.01, desenvolvido pelo professor Daniel F. Ferreira, do Departamento de Estatística (DEX) da UFLA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, é apresentado um resumo da análise de variância das características avaliadas, bem como os coeficientes de variação e a média geral.

TABELA 2: Resumo das análises de variância com os níveis de significâncias das variáveis analisadas.

| Graus de liberdade | | Causas de Variação | | | | |
|--------------------|--|--------------------|--------------|---------|----------|-------------|
| | | Bloco | Tratamentos | Resíduo | C.V. (%) | Média geral |
| | | 3 | 4 | 12 | | |
| Quadrados Médios | Produção total (kg.ha ⁻¹) | 0,00617 | 0,04716** | 0,00626 | 7,30 | 1,084 |
| | Produção da cabeça comercial (kg.ha ⁻¹) | 0,00246 | 0,01385** | 0,00107 | 4,52 | 0,723 |
| | Nº médio folhas internas (und.) | 9,68611 | 16,52339* | 3,25886 | 6,98 | 26,000 |
| | Nº médio folhas externas (und.) | 6,85281 | 0,69638 (ns) | 0,99548 | 6,62 | 15,000 |
| | Peso médio de folhas externas (kg.ha ⁻¹) | 0,01062 | 0,00572 (ns) | 0,00193 | 11,89 | 0,3695 |
| | Circunferência da cabeça comercial (cm) | 1,07571 | 6,67963 ** | 1,31748 | 1,55 | 45,551 |
| | Comprimento do caule (cm) | 1,54659 | 0,35765 (ns) | 1,66859 | 11,49 | 11,237 |
| | Diâmetro do caule (cm) | 0,01404 | 0,05822** | 0,00478 | 2,46 | 2,808 |
| | Peso médio do caule (g) | 0,00006 | 0,00042** | 0,00001 | 5,97 | 0,063 |
| | Peso médio de raízes (g) | 0,01478 | 0,03061* | 0,00933 | 7,36 | 1,311 |

Onde:

- (ns) não significativo;
- * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F;
- ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

4.1 Produção Total

Os dados relativos às médias das temperaturas máximas e mínimas durante o período da condução do experimento são apresentados pelas Figura 1. Pode-se observar que os valores máximo e mínimo das temperaturas médias do ar, no interior da estufa foram de 41 e 8°C, muito acima do que recomenda Filgueira (1982) para o bom desenvolvimento da alface, que está em torno de 20°C. Porém, o mesmo autor cita que estas cultivares americanas são muito resistentes às elevadas temperaturas, o que possibilita seu cultivo o ano inteiro.

A influência das elevadas temperaturas sobre as culturas no interior das estufas ou túneis faz com estas acelerem seu ciclo (Andriolo et al. 1990). O que é uma característica desejável para o período de inverno.

Na Figura 2, observa-se os dados de evaporação do Tanque Classe A no interior da estufa, sendo a máxima em torno de 3,88mm e a mínima 0,56mm. Comparando os valores médios de evaporação, no interior da estufa (2,20mm), durante a condução do experimento, com os valores médios obtidos no posto meteorológico da Estação Climatologica de Lavras-MG, campus da UFLA (3,47mm), observa-se uma diferença de 1,27mm, o que representa 36,60%. Esta diferença é justificada devido à radiação solar e à incidência do vento. Quanto maiores estes fatores, maior evaporação, e conseqüentemente maior lamina d'água deve ser aplicada à cultura. Assim sendo, ocorre uma economia de aplicação de água no interior da estufa.

A análise de variância para a produção total demonstrou que os níveis crescentes de potássio influenciaram a produção total da alface americana (Tabela 2), ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos, de aproximadamente 1% de probabilidade, conforme Teste de F.

A máxima produtividade e a dose de cloreto de potássio, estimadas pela equação de regressão, foram de $63,36t.ha^{-1}$ e $107,84kg.ha^{-1}$ respectivamente. Com esta dose, o peso médio por planta foi de aproximadamente de 1000g. Davis (1997) relata que as alfaces americanas produzem cabeças grandes e firmes com peso aproximadamente em torno de 1000g, concordando com os resultados obtidos no experimento. Este peso é favorável para o processamento industrial.

A dose do adubo, estimada pela equação de regressão de $107,84kg.ha^{-1}$, está compatível com a Comissão...(1989), em que as doses de cloreto de potássio estão entre 100 a 200Kg.ha⁻¹.

A Figura 4 apresenta um efeito quadrático na produção da alface com o aumento das dosagens de potássio aplicado via fertirrigação. A aplicação da máxima dosagem de adubo ($300kg.ha^{-1}$ cloreto de potássio) promoveu uma redução na produção total de alface em torno de 19,1% ($12,10t.ha^{-1}$) em relação à dosagem de $107,84kg.ha^{-1}$ de cloreto de potássio. A queda de produção no experimento pode ser devido ao aumento do teor de potássio no solo e, por conseguinte, sua concorrência com o cálcio e magnésio. É observado, em condições de campo, que as folhas externas da alface absorvem uma grande quantidade de nutrientes na fase inicial de seu desenvolvimento, sendo redistribuídos para a cabeça comercial durante sua formação. Há relatos, na literatura, sobre a competição entre os nutrientes, provocando deficiência na planta, com redução da produção ou perda de qualidade.

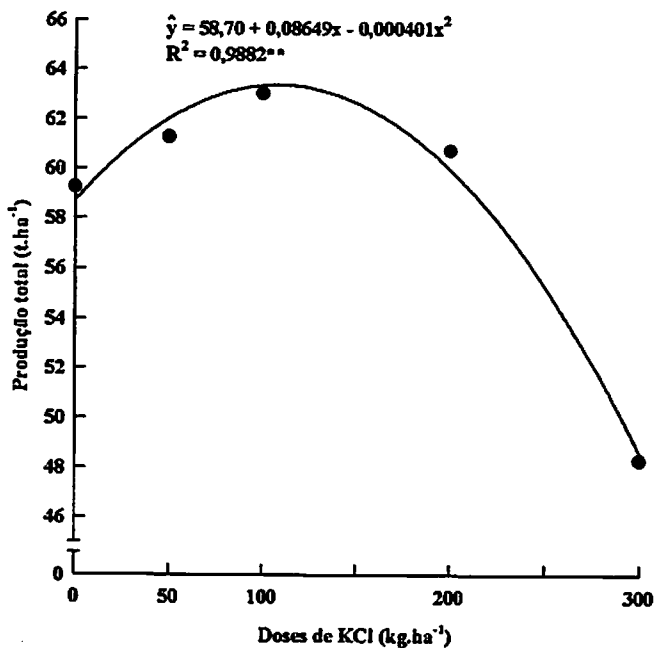


FIGURA 4: Produção total em kg.ha⁻¹, de alface americana em função das doses de potássio aplicada via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Como exemplo pode-se citar a cultura do repolho, onde a aplicação isolada de cloreto de potássio promoveu uma redução em torno de 2,3% na produtividade total da cultura (Silva Júnior, 1991). A podridão estilar em frutos de tomate e melancia, rachadura em raiz de cenoura e escurecimento interno em caule de repolho são exemplos clássicos onde o excesso de potássio, provoca um desbalanço entre os nutrientes, com redução na produtividade e/ou qualidade Magalhães (1988). Na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), a adubação potássica em excesso pode afetar a qualidade de tubérculos, geralmente reduzindo seu peso específico, com menor produtividade (Westerman et al., 1994).

Observa-se, nos exemplos acima citados, que o excesso de potássio no solo foi prejudicial para a maioria das culturas, principalmente para as hortaliças,

que possuem o ciclo rápido, se comparadas com o milho e a soja. Portanto, o sintoma de excesso de potássio se caracteriza, nas plantas, por deficiência de magnésio e cálcio (Magalhães 1988; Faquin 1994 e Padilha 1998).

4.2 Produção de Cabeça Comercial

O potássio influenciou a produção de cabeça comercial da alface americana (Tabela 2), demonstrando que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de aproximadamente de 1% de probabilidade, conforme Teste de F. Houve um efeito quadrático na produção da alface em relação às doses de potássio aplicadas via fertirrigação (Figura 5).

O que é de interesse para a indústria é a produção de cabeça comercial. Quando se compara a produção total, onde a máxima dose de fertilizante foi alcançada com $107,84\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de KCl, com uma produção de $63,36\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ e considerando que cerca de 50% deste total é descartado no campo, observa-se que somente $31,68\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ vai para a indústria. Portanto, para a produção de cabeça comercial, a máxima produção comercial foi alcançada com a dosagem de $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de KCl, com uma produção de $41,70\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, um aumento de 31,63% ($13,19\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) sobre a produção total. Este resultado demonstra que a dose de fertilizante de interesse é aquela que obtenha a máxima produção de cabeça comercial.

Considerando uma população de 60.000 plantas/ha e produção de de cabeça comercial de $41,70\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, o peso de cabeça comercial foi de aproximadamente 695g, superior à maior dosagem ($300\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ KCl) em 18,56%.

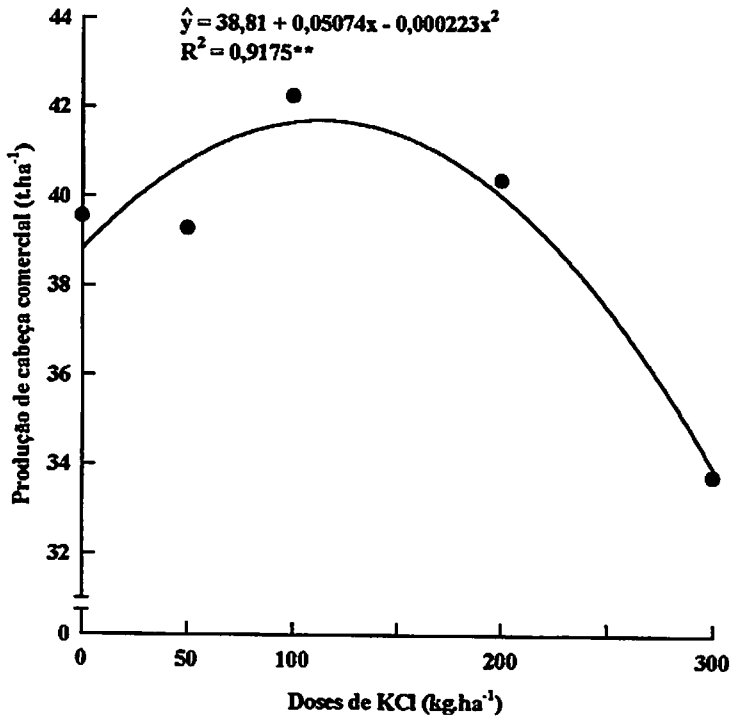


FIGURA 5: Produção de cabeça comercial em kg.ha⁻¹ de alface americana, em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1998.

É relatado que o potássio promove a síntese de assimilados na planta, interferindo na divisão celular, o que possibilita o aumento de peso na alface quando os demais nutrientes estão em equilíbrio. Esta observação foi confirmada por Mengel et al. (1978), na cultura do repolho, onde o fornecimento de potássio proporcionou um espessamento das paredes celulares externas da epiderme.

4.3 Número Médio de Folhas Internas

As doses crescentes de potássio influenciaram o número de folhas internas (Tabela 2), demonstrando que os tratamentos deferiram, estatisticamente, em 5% de probabilidade pelo teste de F. Nas doses mais elevadas de potássio (Figura 6), houve uma resposta quadrática com uma queda no número de folhas internas. O maior número de folhas internas foi obtido com a dose de $120,47\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio, com uma média de 28 folhas por planta, superior à máxima dose ($300\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ KCl), em 18%. Para a produção de cabeça comercial, a melhor dose de cloreto de potássio foi alcançada com $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Com esta dose, o número de folhas internas foi também igual a 28, ou seja, a melhor dose tanto para produção comercial quanto para número de folhas internas, foi $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Em relação ao número de folhas internas, Silva Junior (1989) encontrou resultado semelhante para o número de folhas internas na cultura do repolho, com uma média de 30 folhas por ocasião da colheita.

Para a indústria, o aumento no número de folhas internas da alface americana é uma característica desejável, desde que estas se apresentem compactas, o que facilita o transporte e o beneficiamento. Nas feiras e supermercados, de uma maneira geral, quanto maior for o número de folhas internas maior será a cabeça da alface americana, o que é de interesse para o consumidor. Devido a este tamanho, o preço por planta de alface americana pode chegar a 40% superior às demais alfases, na época de verão.

A importância da compactidade é relatada por Silva Júnior (1991), que verificou que cabeças de repolho pouco compactas têm péssimo valor comercial, murcham facilmente, conservam-se por pouco tempo e deterioram-se facilmente no transporte. Uma das causas da menor compactidade é a adubação nitrogenada,

que diminui a compacidade da cabeça em 36% em relação à testemunha. O cloreto de potássio reduziu em 59% o efeito prejudicial do nitrogênio sobre a compacidade.

Pode-se fazer um paralelo entre o repolho e a alface, pois cabeças de alface que apresentam pouca compacidade entre as folhas têm o mesmo problema acima citado, o que não é de interesse comercial.

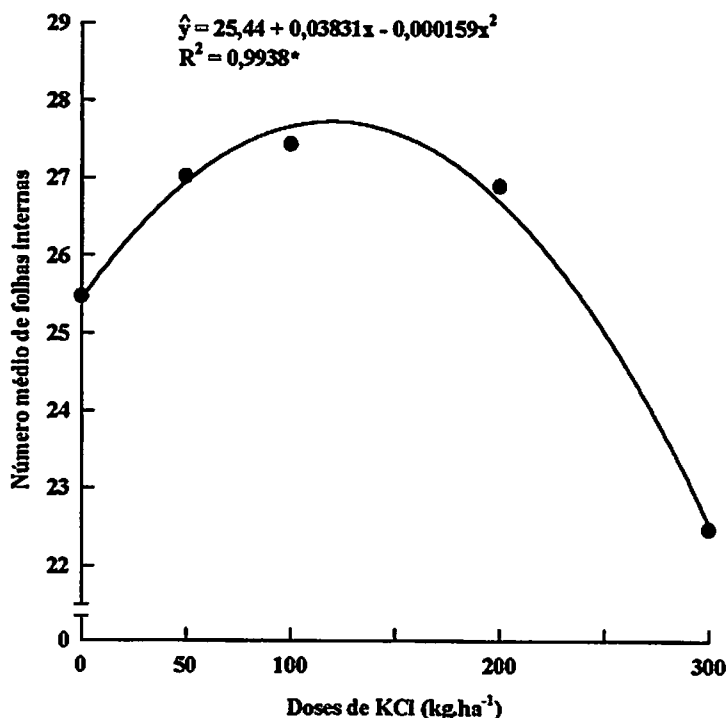


FIGURA 6: Número médio de folhas internas, de alface americana em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Bueno (1998), concordando com Silva Júnior (1991), relata que aplicações excessivas de nitrogênio na alface promovem a formação de plantas pouco compactas e com menor peso e que a planta demora mais a fechar a

cabeça. Normalmente, a alface que não fecha a cabeça não tem valor comercial para a indústria.

4.4 Circunferência da Cabeça Comercial

A análise de variância dos valores relativos à circunferência de cabeça da alface é apresentada na Tabela 2. Verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos com 5% de probabilidade, pelo Teste de F, mostrando que o diâmetro foi influenciado pelas adubações potássicas efetuados na cultura. A Figura 7 mostra que houve um efeito quadrático na produção da alface em relação às doses de potássio aplicado via fertirrigação. A dose de $101,04\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio, foi a que promoveu o maior diâmetro de cabeça comercial, com 46,53 cm. Por conseguinte, quando se substituiu o valor de $101,04\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio por $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, na equação de regressão para a circunferência da cabeça comercial, foi obtido resultando semelhante ao anterior (46,51cm). Quanto maior a circunferência da cabeça comercial mais rápido será seu processamento, o que é desejável para as redes de “fast food”.

Bueno (1998) cita que uma das características em que se baseia o consumidor para a aquisição de alface é seu tamanho, tanto em comprimento como em altura. Uma das formas de aumentar o diâmetro da cabeça, segundo Mondin (1988), é com o aumento do espaço entre as plantas. Este aumento se deve à menor competição por água e por nutrientes.

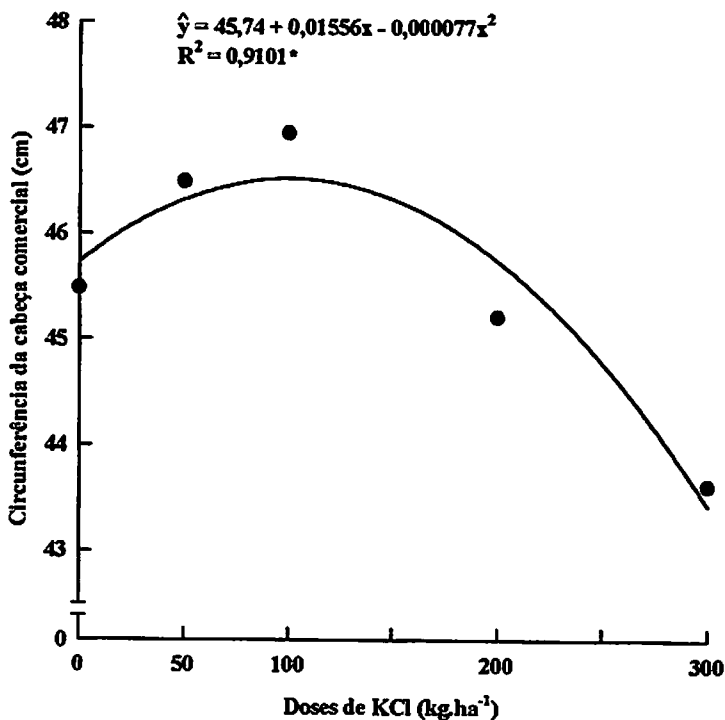


FIGURA 7: Circunferência da cabeça comercial (cm) de alface americana em função das doses de potássio aplicada via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Silva Júnior (1989), em um experimento com aplicações de potássio, observou que tanto nos estádios iniciais quanto nos estádios finais, na cultura do repolho, ocorreu a formação de cabeças mais firmes e bem fechadas, com maior compacidade. E quanto maior for a circunferência desta, maior será a produtividade. Esta característica é desejável tanto para o repolho quanto para a alface americana.

4.5 Diâmetro Médio do Caule

O diâmetro de caule apresentou diferença significativa entre o tratamentos pelo Teste de F (Tabela 2) com 1% de probabilidade. Na Figura 8, é demonstrada uma resposta quadrática em função das doses de potássio, para o diâmetro do caule. A dosagem de $117,61\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio foi a que promoveu o maior diâmetro de caule na alface, com 2,91cm, sendo superior à testemunha e à maior dosagem em 4,12% e 9,97%, respectivamente. Por conseguinte quando se substituiu a dose $117,61\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, de cloreto de potássio na equação de regressão do diâmetro do caule pela dose $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ que foi a melhor dose obtida na produção de cabeça comercial, foi obtido resultando igual ao anterior 2,91cm. Demonstrando, assim, que existe uma relação entre a produção de cabeça comercial e o diâmetro do caule.

As cultivares americanas vêm sendo melhoradas geneticamente para apresentarem o menor comprimento de caule possível e, conseqüentemente, menor incidência de pendoamento precoce, desde de que não interfira no número de folhas internas e na produção de cabeça comercial. O diâmetro do caule é uma característica, na produção da alface americana, de grande importância para as indústrias de “fast food”, em que este é retirado manualmente, para posterior fatiamento da cabeça de alface. Quanto mais grosso for o caule mais rápido é retirado, aumentando o rendimento industrial.

Segundo Bueno (1998), há uma correlação entre o comprimento e o diâmetro do caule e entre o número de folhas internas e externas. Quando se aumenta o número de folhas, aumenta-se o comprimento do caule em proporções maiores do que a do diâmetro.

Kalil (1992) comenta que as folhas de alface inserem-se diretamente sobre o caule da planta, criando uma dependência mútua entre eles, ou seja: para

se ter um determinado número de folhas, é necessário que se tenha um diâmetro de caule com proporções compatíveis para suportar essas folhas. É observado, no campo, que há uma relação entre a alta produtividade comercial de alface americana com um caule grosso e curto.

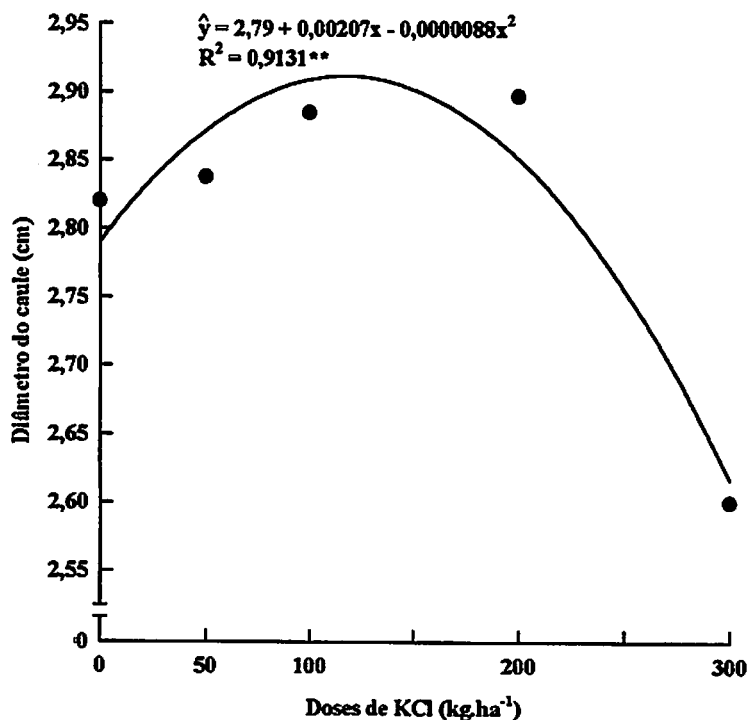


FIGURA 8: Diâmetro do caule (cm) de alface americana em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

4.6 Peso Médio de Caule

O peso médio de caule é uma característica de interesse para a indústria, uma vez que a alface é comprada por quilo e, também, devido ao caule ser descartado, normalmente, no beneficiamento da alface.

Para o peso médio de caule (Tabela 2), os tratamentos apresentaram diferença significativa com 1% de probabilidade, pelo Teste de F. A análise de regressão apresentou uma tendência quadrática, como se pode observar pela Figura 9, sendo que o tratamento que teve o máximo peso de caule foi com a dose de 101,69kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio, sendo superior à testemunha em 8,57%, e superior a máxima dose em 32,86%.

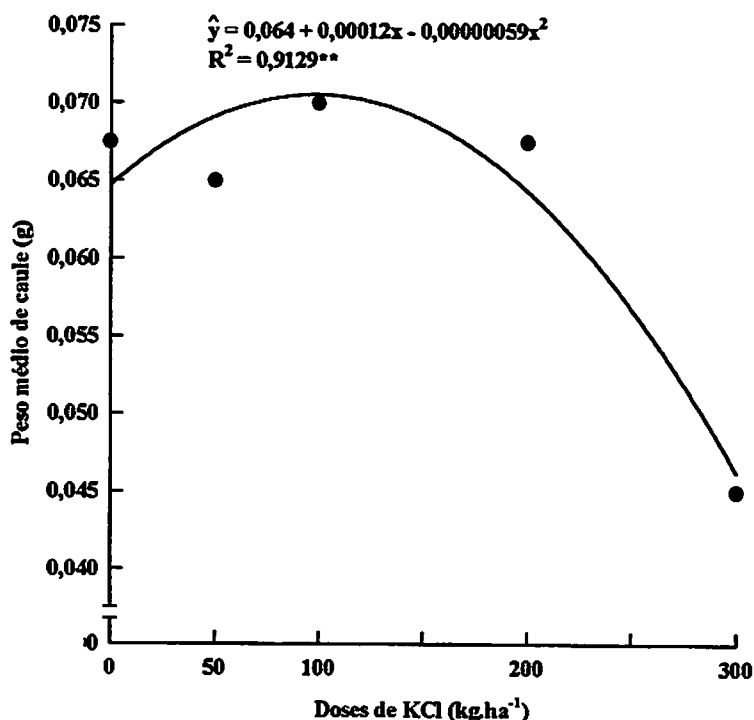


FIGURA 9: Peso médio de caule (g) de alface americana em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Quando se substituiu a dose $101,69\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio, na equação de regressão do peso médio de caule, pela dose $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, que foi a melhor dose obtida na produção de cabeça comercial, foi obtido resultando igual, ou seja, ambos apresentaram o mesmo peso ($70,02\text{mg}$).

4.7 Peso Médio de Raiz

Com relação ao peso médio de raiz, nota-se que houve diferença significativa, com 5% de probabilidade (Tabela 2). As diferentes doses afetaram o desenvolvimento do sistema radicular da alface (Figura 10). A dosagem de $136\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio foi a que promoveu maior peso de raiz, com $1,40\text{g}$, um aumento de 10% em relação à testemunha e 14,30% superior à máxima dosagem de potássio. Para a produção de cabeça comercial, que é a parte de interesse para a indústria, a melhor dose de potássio foi a de $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Quando se substituiu esta dose, na equação de regressão do peso médio de raiz, nota-se que não houve diferença para peso de raiz, ou seja, ambos apresentaram o mesmo peso ($1,40\text{g}$).

O aumento do sistema radicular é favorável para a planta, pois possibilitaria maior exploração do solo e, conseqüentemente, maior absorção dos nutrientes.

Kalil (1992), testando doses de nitrogênio, constatou que no sistema de fertirrigação o nutriente é dissolvido na água e depois aplicado no solo, apresentando uma maior uniformidade por todo o bulbo molhado, garantindo assim maior aproveitamento pelo sistema radicular e conseqüentemente pela planta. Porém, como o nutriente fica em contato direto com as raízes, estas não se desenvolvem normalmente como no sistema convencional, o que nem sempre é

ideal, pois quanto maior for a exploração do solo maior será a absorção de nutrientes.

Na Figura 10, observa-se que os tratamentos apresentaram uma resposta quadrática. Isto se deve provavelmente às altas doses de potássio que promoveram uma competição entre os nutrientes, o que impediu a exploração mais efetivamente do solo pelo sistema radicular. Malavolta (1980) relata que o cálcio, o magnésio e o nitrogênio são absorvidos pelas raízes como Ca^{+2} , Mg^{+} e NH_4^{+2} , sendo a absorção diminuída por altas concentrações de k^{+} no meio. Rodrigues (1990) observou que quando ocorre aumento dos níveis de adubação, há um decréscimo no peso de raiz. Provavelmente, este motivo seja devido a um desbalanço na concentração dos nutrientes.

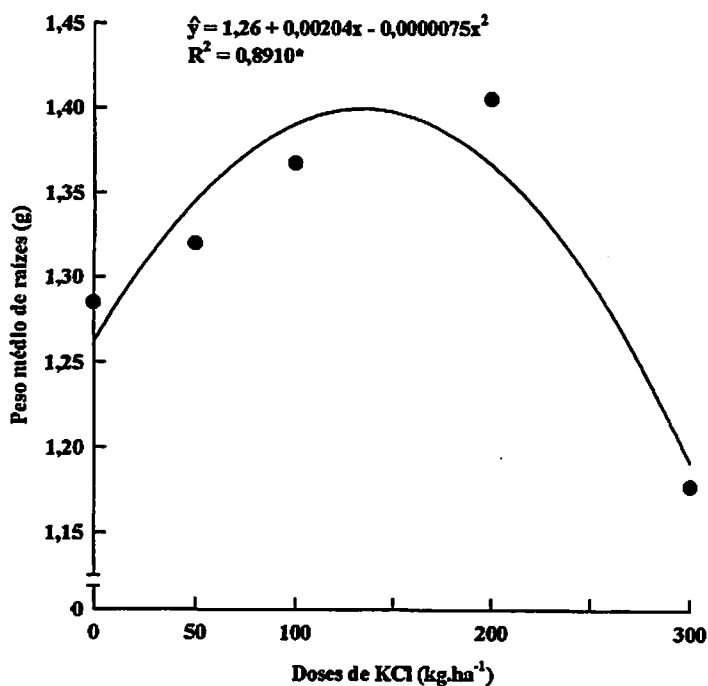


FIGURA 10: Peso médio de raízes (g) de alface americana em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

A absorção de nutrientes pelas raízes das plantas depende do nível de disponibilidade dos nutrientes, condições físico-químico-biológicos do solo, do estágio de desenvolvimento da planta, dos métodos culturais, dos órgãos da planta, da época de aplicação do adubo, da interação entre nutrientes, do vigor das raízes, da potencialidades genéticas e fatores climáticos (Haag, et al. 1979 e McMichael et al. 1998). Nota-se que para a absorção dos nutrientes pela planta, são necessários uma série de fatores, os quais muitas vezes passam despercebidos pelos pesquisadores.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu as seguintes conclusões:

- 1) A dose de cloreto de potássio que proporcionou os melhores resultados para as características de produção total, produção de cabeça comercial, número médio de folhas internas, diâmetro médio do caule, peso médio do caule e peso médio de raiz foi de $113,77\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
- 2) O potássio não teve influência no número médio de folhas externas, no peso médio de folhas externas e no comprimento do caule.
- 3) As altas doses de cloreto de potássio, acima de $200\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foram prejudiciais à produção de alface.

6 SUGESTÕES DE PESQUISA

Algumas sugestões de pesquisa para serem desenvolvidas: aplicação de produtos para bom enraizamento das mudas, doses e fontes de potássio, aplicação parcelada de nitrogênio e potássio, competição entre as variedades de alface no inverno e verão, avaliação das diferentes cores dos mulchings, monitoramento de pragas e doenças dentro e fora dos túneis durante o ano, estudo da lamina d'água para a cultura e qualidade pós colheita.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. M.H.; LOPÉZ, J.R.; REGALADO, A.P.; HERNANDES, J.F.G. El riego localizado. Curso Internacional de Riego Localizado. Tenerife, Espanha: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987.317p.**
- ANDRADE, L. Informativo em gotas. Avaré: Scharcelli Irrigação. 1998.2p.**
- ANDRADE JUNIOR, A.S. Manejo da irrigação na cultura da alface (Lactuca sativa L.) através do tanque classe A. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1994. 104p. (Dissertação – Mestrado em Irrigação e Dreagem).**
- ANDRIOLO, J.L.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. et al. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno transparente sobre o crescimento e desenvolvimento do pimentão. Ciência Rural. Santa Maria, v.21, n.21, p.191-204, jan./abr. 1990.**
- ASGROW VEGETABLES SEEDS. Alfaces. Campinas, 1998. N.p. folders.**
- BERNADO, S. Manual de irrigação. 4.ed. Viçosa: UFV, 1995. 657P.**
- 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, C.R.** Adubação nitrogenadas em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. 54p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- CASTRO NETTO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E.A. de.** Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.4, n.1, p.45-55, jan./jun. 1980.
- **COBBE, R.V.; JABUONSKI, R.E.** A importância econômica e social das plantas olerícolas. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, Jaboticabal, 1990. *Anais....* Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap.1, p.1-14.
- **COLOSSO, L.** Rede vigia toda a produção de alimentos. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 12 mar. 1997. *Agrofolha*, p.6, c.3.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS.** Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação: Lavras, 1989. 176p.
- CONTI, J.H.** Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão. Piracicaba: ESALQ, 1994. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.R. de; ALVES, V.M.C.** Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, n.139, p.63-68, jun. 1986.
- COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. de.** Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Jaboticabal, 1990. *Anais....* Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap.3, p.85-132.

- COUTO, F.A. d'A. Importância econômica e social da olericultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31., 1991. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Emater-MG, 1991. p.20-40.
- DAVIS, R.M.; SUBBARAO, K.V.; RAID, R.N.; KURTZ, E.A. **Compendium of lettuce diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society. 1997. 79p.
- FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras/FAEPE, 1994, p.118-125. Apostila do curso de especialização – Pós-Graduação “Latu Sensu”. Solos e Meio Ambiente.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: E. Ceres, 1981. v.1, 338p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: E. Ceres, 1982. v.2. 357p.
- FRIZZONE, J.A. et al. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico, 2).
- FURLANI, P.R. **Introduções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas: Instituto Agrônômico. 1997. 30p. (Boletim Técnico 168).
- GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; et al. **Nutrição mineral de hortaliça .XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause’s Aurélia**. Anais da Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v.39, p.485-504, 1982.
- GOTO, R.; IOZI, R.N.; CAÑIZARES, K.A.L.; STRIPARI, P.C. **Novas técnicas, melhor qualidade**. Agriannual, 1997.

- HAAG, H.P.; OLIVEIRA de, G.D.; SARRUGUGUE, J.R.; et al. Nutrição mineral de hortaliças. XXXIV. Extração de nutrientes pelo repolho (*Brassica oleracea* L.) híbridos Shikidore e Natsumaki Risow. O Solo. Piracicaba.v.71, p.65-71, 1979
- JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHLUBACK, K. Icerberg lettuce production in California: Disponível: <http://www.vegetablecrops.udavis>. [consultado 30 de abril de 1997].
- KALIL, A.J.B. Comparação entre a adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.). Viçosa: UFV, 1992. 60p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Agrícola).
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. 1990, Jaboticabal. Anais.... Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap.4, p.141-148.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. 2.ed.rev. e atual. São Paulo:ANDA. 1992. 64p. (Boletim técnico, 4).
- MAGALHÃES, J.R. Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças. Brasília, Embrapa/CNPq, 1988. 64p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. Piracicaba: E. Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. Potássio, é uma realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. Informações Agronômicas, Piracicaba: n.73, p.5-6, mar.1996.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed.rev.atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p. Funções, Cap.3, p.76-77.



MALUF, W.R. Produção de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Produção de Sementes de Hortaliças**. Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 1994.118p. Apostila.

McMICHAEL, B.L.; BURKE, J.J. Soil temperature and root growth. **HortScience**. v.33, n.6, p.947-951, 1998.

MEDINA, P.V.L.; SILVA, V.F. da, CARDOSO, A.A. et al. Perda na qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) durante o armazenamento. I. Relação entre as mudanças metabólicas. **Revista Ceres**, v.29, n.163, p.259-267.1982.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Nutrition and plant growth. . Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1978. Cap.7, p.295-318.

MONDIM, M. **Influência de espaçamentos, métodos e plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.)**.Lavras: ESAL, 1988. 56p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

NOGUEIRA, L.C.; GORNAT, B. Desempenho do gotejador autocompensante. **ÍTEM**, n.22, p.22-28, 1990.

PADILHA, W.A. **Curso internacional de fertirrigacion en cultivos protegidos**. Quito: Ecuador, 1998. 120p.

PEREIRA, A.S. Importância alimentar das hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31., 1991. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Emater-MG, p.41-60,1991.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern: International Potash Institute, 1977. 218p.

PIMENTEL, A.A.M.; Olericultura no trópico úmido: hortaliça na Amazônia. São Paulo: E. Ceres, 1985. 322p.

PIZARRO, F. Riegos localizados de alta frecuencia. Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 1987. 416p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. (eds). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1996, Adubação com nitrogênio, potássio e enxofre. p.22-27. (Boletim 100).

RODRIGUES, E.T. Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.). Viçosa, UFV. 1990. 60p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).

SANTIAGO, J.P. Água na dose certa. Guia rural. v.4, n.3, p.56-58, mar.1990.

SHIZUTO, M. Horticultura. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983.321p.

SILVA JÚNIOR, A.A. Efeito da adubação mineral e orgânica em repolho. Agropecuária Catarinense, v.4, n.1, p.53-57, mar. 1991.

SILVA JÚNIOR, A.A. Repolho: Fitologia, Fitotecnia, Tecnologia Alimentar e Mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1989. 257p.

SILVA, M. de C.; BRANDÃO, R.P. Alguns aspectos do consumo de fertilizantes e calcário em hortaliças no Brasil. Horticultura Brasileira, Brasília, v.11, n.2, p.190-191, nov. 1993.

- WESTERMANN, D.T.; JAMES, D.W.; TINDALL, T.A.; HURST, R.L.
Nitrogen and potassium fertilization of potates sugars and starch. *American Potato Journal*, v.71, p.433-454, 1994.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do.; CHAVES, G.M. et al. **Curso de Proteção de Plantas**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS. Brasília, p.69-102. 1994.(Módulo 08).
- ZAMBON, F.R.A. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.). In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (eds.) **Seminários de Olericultura**, 2.ed. 1982. 2.v.,p.316-348.
- YAMADA, T. **Potássio: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica**. Uberlândia: UFU, 1995. (Notas de Aula).