

RAFAEL VERRI TAVORE

**DOSES DE FERTILIZANTE APLICADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO E
PULVERIZAÇÃO FOLIAR EM ALFACE CONDUZIDA EM
CULTIVO PROTEGIDO**

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2013**

RAFAEL VERRI TAVORE

Engenheiro Agrônomo

**DOSES DE FERTILIZANTE APLICADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO E
PULVERIZAÇÃO FOLIAR EM ALFACE CONDUZIDA EM
CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

T234d Tavore, Rafael Verri
 Doses de fertilizante aplicadas via fertirrigação
 e pulverização foliar em alface conduzida em cultivo
 protegido / Rafael Verri Tavore. -- Maringá, 2013.
 63 f. : il. col., figs.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rezende.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de Pós Graduação em Agronomia,
área de concentração: Produção Vegetal, 2013.

1. Alface crespa (*Lactuca sativa* L.) -
Fertirrigação. 2. Alface crespa (*Lactuca sativa* L.) -
Cultivo protegido - Fertirrigação e pulverização
foliar. 3. Alface crespa (*Lactuca sativa* L.) -
Pulverização foliar - Cultivo protegido. I. Rezende,
Roberto, orient. II. Universidade Estadual de
Maringá. Programa de Pós Graduação em Agronomia.
III. Título.

CDD 21.ed.631.587

Zss-1483

RAFAEL VERRI TAVORE

**DOSES DE FERTILIZANTE APLICADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO E
PULVERIZAÇÃO FOLIAR EM ALFACE CONDUZIDA EM
CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

26 de Fevereiro de 2013.

Prof. Dr. Antônio Carlos A. Gonçalves

Prof. Dr. Eduardo P. de Freitas

Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas
(Co-orientador)

Prof. Dr. Roberto Rezende
(Orientador)

*Combati o bom combate,
completei a carreira, guardei a fé.*

II Tm. 4:7

*Por isso eu disse: Eis-me aqui,
ó Deus, para fazer a tua vontade.*

Hb. 10:7

Aos meus pais, Dorival Antônio Tavore e Mafalda Verri Tavore, exemplo de homem e mulher, que com amor me ensinam os valores desta vida e com carinho incentivam minha formação.

À minha irmã, Gabriela Verri Tavore, que tanto amo.

Às minhas avós, Odálide Vedovelli Tavore e Graci Maria Cainelli Verri, pela força e carinho.

Aos meus avôs, Armando Tavore e Celso Verri, "in memoriam", pelos ótimos momentos vividos juntos

À toda minha família, e a este que vos escreve.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amoroso, poderoso, misericordioso e compassivo DEUS, pela vida que tenho e pelas bênçãos que recebo, e que comigo está sempre nos momentos felizes, difíceis e infortúnios da vida.

Ao seu filho Jesus Cristo e a Maria, mãe de DEUS e Nossa Senhora Aparecida, exemplo de força, perseverança e fé em nossa caminhada; por fazer de mim aquilo que sou e por preparar meu futuro para aquilo que serei.

Aos meus pais presentes, Dorival Antônio Tavore e Mafalda Verri Tavore, exemplos de seres humanos que sempre trago comigo e que me dão total apoio e incentivo para trilhar meus caminhos. À minha irmã Gabriela Verri Tavore que tanto amo e respeito, e juntamente a toda minha família.

Aos familiares ausentes, que de uma forma ou de outra contribuíram “*in memoriam*” para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudo.

À Fundação Araucária e ao CNPq, que direta ou indiretamente proporcionaram o financiamento do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Roberto Rezende, pela amizade, orientação, confiança e por sempre acreditar e fazer de mim uma pessoa melhor pessoal e profissionalmente.

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas, pela co-orientação e compartilhamento de conhecimentos essenciais à realização deste trabalho.

À Empresa GMID[®] - Indústria e Comércio de Fertilizantes LTDA, na pessoa do grande amigo e parceiro de profissão Rodrigo Petinatti Constancio, que forneceu os produtos químicos utilizados na parte prática deste projeto.

Ao amigo Renan Soares de Souza, pela parceria e toda ajuda fornecida durante o curso.

Aos colegas e amigos André Maller, André Ribeiro da Costa, Jhonatan Monteiro de Oliveira, Heraldo Takao Hashiguti, Anderson Takashi Hara, Paulo Vinicius Demeneck Vieira, assim como o estagiário Rodolfo Batalini, pelo auxílio prestado, durante toda a condução do presente estudo.

A todos os colegas e amigos do Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada – NBA/UEM, que de uma forma ou de outra ajudaram na realização deste projeto; e pela grande amizade adquirida.

À Érika Cristina Takamizawa Sato, secretária do PGA, pela atenção dedicada e pela total ajuda durante todo esse período.

A todos os outros professores, funcionários e técnicos do Centro Técnico de Irrigação – CTI/UEM, pela ajuda na realização das atividades tanto teóricas quanto de campo.

Ao Programa de Educação Tutorial: PET Agronomia, na pessoa do Profº Dr. Antônio Carlos Andrade Gonçalves, tutor deste grupo, e a todos os petianos que pelo grupo passaram, no qual me proporcionaram uma formação pessoal e profissional riquíssima e um crescimento ético-cidadão esplêndido durante toda a minha formação acadêmica (graduação).

Enfim, a todos, o meu sincero e de coração, muito obrigado.

BIOGRAFIA

RAFAEL VERRI TAVORE, filho de Dorival Antônio Tavore e Mafalda Verri Tavore, nasceu na cidade de Presidente Bernardes, no interior do Estado de São Paulo, aos 26 dias do mês de Dezembro do ano de 1987.

Em sua cidade natal, iniciou sua formação no estágio Pré do Colégio Pingo de Gente. Da 1ª à 6ª série, hoje chamado 1º e 7º ano, estudou nas Escolas Syllas Gedeão Coutinho e Xiloiasso Inague. As séries/anos subsequentes do Ensino Fundamental, assim como todo o Ensino Médio foram anos de aprendizagem dados no Colégio Delta.

No ano de 2006, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM.

Durante o Ensino Superior, de Fevereiro de 2007 a Dezembro de 2010 foi bolsista de Programa de Educação Tutorial - PET Agronomia, trabalhando em projetos/atividades de Ensino - Pesquisa - Extensão, sob a tutoria do Professor Doutor Antônio Carlos Andrade Gonçalves.

Formou-se Engenheiro Agrônomo em 2010 ingressando, no ano seguinte, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM, para cursar o Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Cultura da Alface	3
2.1.1. Cultura da Alface: Cultivar 'Vera'	7
2.2. Produção de Mudas	7
2.3. Cultivo Protegido	9
2.4. Irrigação Localizada e Fertirrigação	13
2.5. Adubação Foliar	15
2.6. Macro e Micronutrientes	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Caracterização da Área	23
3.2. Clima	24
3.3. Preparo da Área Experimental	24
3.4. Delineamento Experimental	24
3.5. Tratamentos	25
3.6. Semeadura	27
3.7. Transplântio.....	27
3.8. Adubação	28
3.9. Tratos Culturais	28
3.10. Sistema de Irrigação.....	29
3.11. Coeficientes de Uniformidade.....	30
3.12. Manejo da Irrigação.....	32
3.13. Manejo da Fertirrigação.....	32
3.14. Pulverização Foliar	33
3.15. Colheita	33
3.16. Avaliação dos Componentes de Produção.....	34
3.16.1. Massa Fresca Comercial da Parte Aérea (g)	34

3.16.2. Número de Folhas Comerciais.....	34
3.16.3. Massa Seca Comercial da Parte Aérea (g).....	34
3.17. Análises Estatísticas dos Dados.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Massa Fresca Comercial da Parte Aérea	37
4.2. Número de Folhas Comerciais	42
4.3. Massa Seca Comercial da Parte Aérea.....	46
5. CONCLUSÕES	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE A: Análise de Solo.....	63

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1:	Resultado da análise química de macronutrientes do material de solo da área experimental.	23
Tabela 2:	Resultado da análise química de micronutrientes do material de solo da área experimental	23
Tabela 3:	Análise de variância referente à produção de MF CPA (g) de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012.	37
Tabela 4:	Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a produção de MF CPA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.....	40
Tabela 5:	Médias das testemunhas adicionais para a produção de MF CPA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.....	41
Tabela 6:	Análise de variância referente à produção de NFC de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012.	42
Tabela 7:	Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a variável NFC de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.	45
Tabela 8:	Médias das testemunhas adicionais para a variável NFC de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.....	46
Tabela 9:	Análise de variância referente à produção de MSC PA (g) de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012	47
Tabela 10:	Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a produção de MSC PA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.....	47

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1:** Massa Fresca Comercial da Parte Aérea de plantas de alface, cv. Vera, em função das doses do fertilizante Apport, aplicado via pulverização foliar. Maringá, PR, 2012..... 38
- Figura 2:** Número de Folhas Comerciais de plantas de alface, cv. Vera, em função das doses do fertilizante Apport, aplicado via pulverização foliar. Maringá, PR, 2012..... 43

RESUMO

TAVORE, R. V. M.Sc. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná. Fevereiro de 2013. **Doses de fertilizante aplicadas via fertirrigação e pulverização foliar em alface conduzida em cultivo protegido.** Professor Orientador: Dr. Roberto Rezende. Professor Co-orientador: Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses e de duas diferentes formas de aplicação, sendo estas, fertirrigação e pulverização foliar, de fertilizante em alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em cultivo protegido. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação localizada no Centro Técnico de Irrigação - CTI, pertencente ao *campus* da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, tendo sido adotado para as avaliações um nível de probabilidade de 5%. Para a composição dos tratamentos, utilizou-se o esquema fatorial com duas testemunhas adicionais. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre os níveis dos fatores doses do fertilizante foliar Apport (0,05 mL planta⁻¹; 0,10 mL planta⁻¹; 0,40 mL planta⁻¹; 0,80 mL planta⁻¹) com as formas de aplicação do produto (fertirrigação e pulverização foliar). As duas testemunhas adicionais corresponderam a plantas que receberam apenas adubação nitrogenada de cobertura com o produto foliar Nitromax, na dosagem de 0,31 mL planta⁻¹, e a plantas que receberam este mesmo tratamento juntamente com o fertilizante Apport, em sua dosagem recomendada (0,20 mL planta⁻¹), compondo assim, o fatorial 4 x 2 + 2. Massa fresca e massa seca comercial da parte aérea (MF CPA e MSC PA, respectivamente) e número de folhas comerciais (NFC) foram os componentes de produção avaliados. Observou-se que para os três componentes, o desdobramento das doses do produto Apport dentro da forma de aplicação fertirrigada não acarretou diferenças significativas entre os tratamentos. Já para o desdobramento das doses do produto dentro da forma de aplicação foliar, para as variáveis MF CPA e NFC, houve efeito significativo, e o melhor modelo de regressão polinomial que se ajustou para ambas as

características foi o linear decrescente. Nos desdobramentos formas de aplicação dentro de cada dosagem, quando se trabalhou com a dose quatro (maior dose) para as três variáveis analisadas, e quando se utilizou também a dose três ($0,40 \text{ mL planta}^{-1}$), neste caso, apenas para a variável NFC, a melhor forma de aplicação foi a fertirrigação. Com relação às testemunhas adicionais, a primeira testemunha obteve melhores resultados que a segunda, para as variáveis MFCPA e NFC. As constatações deste trabalho permitiram concluir também que o fertilizante foliar Apport pode ser utilizado para fins de fertirrigação.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; alface crespa; cultivo protegido; fertirrigação; pulverização foliar.

ABSTRACT

TAVORE, R. V. M.Sc. State University of Maringá. Maringá, Paraná. February, 2013. **Doses of fertilizer applied through fertigation and foliar spraying in lettuce conducted in protected cultivation.** Leader: Prof. Dr. Roberto Rezende. Adviser: Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas.

The objective of this study was to evaluate the effects of doses and two different application forms, these being, fertigation and foliar spraying, of fertilizer in lettuce (*Lactuca sativa* L.) conducted in protected cultivation. The experiment was set up and conducted in a greenhouse located at the Technical Centre for Irrigation - CTI, belonging to the campus of the State University of Maringá, Maringá, Paraná. The experimental design was completely randomized design with three replications, having been adopted for evaluations a probability level of 5%. For the composition of the treatments, we used the factorial design with two additional witnesses. The treatments consisted of a combination of factors between levels of foliar fertilizer Apport doses (0.05 mL plant⁻¹; 0.10 mL plant⁻¹; 0.40 mL plant⁻¹; 0.80 mL plant⁻¹) with forms of product application (fertigation and foliar spraying). The two additional witnesses corresponded to plants that receiving only topdressing nitrogen fertilization with foliar product Nitromax at a dose of 0.31 mL plant⁻¹, and the plants that received this same treatment with fertilizer Apport, in its recommended dosage (0.20 mL plant⁻¹), thus composing the factorial 4 x 2 + 2. Fresh mass and dry mass commercial of aerial part (FMCAP and DMCAP, respectively) and number of leaves commercial (NLC) were the components of production evaluated. It was observed that for the three components, the unfolding of the Apport product doses within the application form fertigated, not resulted in significant differences between treatments. However for the unfolding of doses of the product within the form of foliar application, for variables FMCAP and NLC had significant effect and the best polynomial regression model that adjusted for both traits was decreasing linear. In unfolding forms of application within each dosage, when worked with the fourth dose (highest dose) for the three variables, and also when used the third

dose (0.40 mL plant⁻¹), in this case, only for the variable NLC, the best form of application was fertigation. Regarding additional witnesses, the first witness had better results than the second, for the variables FMCAP and NLC. The findings of this study indicate that the foliar fertilizer Apport also can be used for fertigation.

Keywords: *Lactuca sativa* L.; lettuce, protected cultivation, fertigation, foliar spray.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a alface (*Lactuca sativa* L.) é sinônimo de salada. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o brasileiro é bom apreciador dessa olerícola e sabe bem os benefícios que a mesma proporciona, pois ela se encontra em primeiro lugar no *ranking* das hortaliças mais comercializadas. São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná foram considerados os principais Estados produtores, em ordem decrescente de produção (IBGE, 2006).

A alface é uma hortaliça folhosa extremamente sensível às variações de temperatura e ao excesso de chuva. Para auxiliar na resolução destes problemas, pode-se utilizar a técnica de cultivo protegido. Esta se caracteriza pela construção de uma estrutura que visa à proteção das plantas contra os agentes meteorológicos e que também permite a passagem de luz, já que a radiação solar é essencial para a realização da fotossíntese.

Este é um sistema de produção agrícola especializado, que possibilita certo controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo e vento.

Paralela a toda essa questão apresentada, o processo produtivo brasileiro passa por um período em que a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade são aspectos que requerem maior atenção.

Até os dias atuais, a pesquisa brasileira, na área de nutrição e adubação mineral de hortaliças, parece ter se preocupado, na maior parte das vezes, em gerar conhecimentos e resultados para o cultivo nômade das mesmas. Porém, no cultivo protegido, a forma de aplicação de nutrientes precisa ser diferenciada em relação ao campo. O produtor, utilizando-se de uma estrutura de boa qualidade, sementes de alto valor e um bom sistema de irrigação, deverá adotar e utilizar critérios técnicos específicos para que a planta receba a quantidade ideal de fertilizantes e para que não ocorra o seu desperdício. Isto porque, além de ser oneroso, neste sistema não ocorrem chuvas, o que pode acarretar em danos irreparáveis ao solo, como a salinização por exemplo.

É neste contexto, portanto, que se inserem as técnicas de adubação foliar e fertirrigação. A primeira deve ser encarada como um complemento da adubação no solo de macro e micronutrientes, e nunca como substitutiva. Já a segunda, que consiste na aplicação simultânea de fertilizantes e água ao solo, através de um sistema de irrigação, é uma prática que pode ser associada aos sistemas de irrigação localizada (microirrigação), sendo considerada uma das maneiras mais eficientes e econômicas para realização de tal processo.

Desta forma, embasado nas características e justificativas apresentadas anteriormente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar doses de fertilizante aplicadas via fertirrigação e pulverização foliar na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em cultivo protegido, na região Noroeste do Estado do Paraná.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da Alface

Botanicamente, a alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta pertencente à família *Asteraceae*, como a alcachofra, o almeirão, a chicória e a escarola. Utilizada na alimentação humana desde cerca de 500 a.C., teve como sua origem a Ásia e a Europa, mais especificamente o Leste do Mediterrâneo, sendo mundialmente cultivada para o consumo em saladas, com inúmeras variedades de folhas, cores, formas, tamanhos e texturas (EMBRAPA Hortaliças, 2009).

A alface é uma das hortaliças mais cultivadas em todo mundo (MEDINA et al. 1982; FILGUEIRA, 2008). A China (52%) lidera a produção mundial, que é de 23,6 milhões de toneladas, seguida dos Estados Unidos (20%). O Brasil aparece no cenário mundial com uma produção de 350 mil toneladas (ALMANAQUE DO CAMPO, 2012), o que também faz com que essa hortaliça seja uma das mais cultivadas no país.

No Brasil, a alface é responsável por uma área cultivada de aproximadamente 80.000 ha, somando uma produção de mais de 1.000.000 de toneladas (ABCSEM, 2011). Além disso, a cultura da alface movimenta grande volume de recursos em sementes, adubos, defensivos e mão de obra.

Segundo Faquin et al. (1996), essa hortaliça folhosa é a mais importante na alimentação do brasileiro, o que assegura à cultura uma expressiva importância econômica. Juntamente com o tomate, é a olerícola preferida para as saladas devido ao seu sabor agradável e refrescante e facilidade de preparo (EMBRAPA Hortaliças, 2012).

Atualmente, o consumo de alface vem aumentando de forma acentuada por fazer parte da maioria dos cardápios em algumas redes de lanchonetes *fast food* (EMBRAPA Hortaliças, 2009). Segundo Maroto-Borrego (1986) e Camargo (1992), é uma excelente fonte de vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B1, B2, B5 e C, além dos minerais Ca, Fe, Mg, P, K e Na, cujos teores variam de acordo com cada cultivar.

A alface é uma planta herbácea, com um caule diminuto e ao qual se prendem as folhas. Estas são a parte comestível da planta e podem ser lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma "cabeça". As raízes são do tipo pivotante e a maior parte do seu sistema radicular é densa e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25 m do solo quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir até 0,60 m de profundidade (FILGUEIRA, 2003). Para o florescimento, são necessárias temperaturas altas e fotoperíodo longo (RODRIGUES, 2002).

Cultura de clima temperado, a alface é melhor adaptada às temperaturas baixas do que às altas. A máxima tolerável pela planta fica em torno de 30 °C e a temperatura mínima situa-se em torno de 6 °C, para a maioria das cultivares. É uma planta que exige grandes amplitudes térmicas entre o dia e a noite. A umidade relativa mais adequada ao bom desenvolvimento da alface varia de 60% a 80%, mas em determinadas fases de seu ciclo apresenta melhor desempenho com valores inferiores a 60% (CERMEÑO, 1990). A coloração das plantas pode variar do verde-amarelado até o verde-escuro e também pode ser roxa, dependendo da cultivar.

De acordo com Katayama (1993), a alface apresenta baixo teor de calorias, tornando-se uma das formas de salada *in natura* mais consumida por todas as classes sociais brasileiras. Entretanto, o seu cultivo apresenta limitações, principalmente em virtude de sua sensibilidade às condições adversas de temperatura, umidade e chuva (GOMES et al., 2005). Quanto às desvantagens do seu cultivo, destaca-se a dificuldade de conservação e transporte pós-colheita, fato que limita sua produção aos cinturões verdes das grandes cidades, obrigando os produtores a obter o máximo de aproveitamento da produtividade (SANTOS, 2001).

A alface é classificada comercialmente, segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, em Americana, Crespa, Lisa, Mimosa e Romana (HORTIBRASIL, 2009).

O grupo Americana tem como característica folhas com as bordas crespas e que formam uma cabeça, semelhante ao repolho (ex.: cultivares Tainá e Lucy Brown). O grupo Lisa representa alfaces que não formam uma cabeça e possuem os bordos das folhas lisas (ex.: cultivares Regina e Uberlândia-10000). Já o grupo Crespa abrange alfaces semelhantes ao grupo

anterior, mas que possuem os bordos das folhas crespas (ex.: cultivares Vera e Verônica). Há ainda o grupo Mimosa, no qual as alfaces se apresentam com folhas bem recortadas (ex.: cultivar Salad Bowl) e o grupo Romana, sendo estes dois últimos com menor importância econômica (FILGUEIRA, 2003). Desses tipos, o mais consumido é a alface Crespa.

Trani et al. (2005) mostraram que, segundo dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), para o quinquênio 2000-2004, o tipo de alface Crespa teve uma participação percentual em função da quantidade de engradados comercializados de 61%, e nos dias de hoje, é o que mais cresceu em termos de plantio no Brasil, correspondendo a 70% do mercado (Boletim Técnico 200, IAC).

Devido à sua facilidade de cultivo e precocidade de ciclo após o transplante, a alface é cultivada por vários tipos de agricultores (pequenos, médios e grandes produtores), sendo encontrada desde plantações com finalidade comercial como também plantações de subsistência. No Brasil, há uma área grande de cultivo, merecendo destaque os Estados de Minas Gerais e São Paulo (MEIRELLES, 1998; MOTA et al. 2003).

A sua larga adaptação às condições climáticas, a possibilidade de cultivos sucessivos ao longo do ano, o baixo custo de produção, a baixa suscetibilidade a pragas e doenças e a segurança na comercialização, fazem com que a alface seja a hortaliça mais cultivada pelos pequenos produtores, o que lhe confere grande importância econômica e social (CAMARGO FILHO e MAZZEI, 2001). Seu cultivo é feito de maneira intensiva e predominantemente pela agricultura familiar, sendo responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (COSTA e SALA, 2005).

De acordo com Souza et al. (2005), o solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o de textura média, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes (macro e micronutrientes). Filgueira (2000) ressalta também que o solo precisa ter boa capacidade de retenção de água e valores de pH entre 6,0 a 6,8, facilitando assim o desenvolvimento radicular e a absorção de nutrientes. Esta é lenta nos primeiros trinta dias, aumentando rapidamente após este período, sendo que 80% da absorção ocorrem nas quatro últimas semanas do ciclo vegetativo da cultura (FERREIRA et al., 1993). Para se obter maior produtividade, é necessário o uso de insumos que

melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (VIDIGAL et al., 1995).

Outros fatores que afetam a produtividade da cultura estão diretamente relacionados com o clima. Geralmente, no verão, a maioria das cultivares de alface não se desenvolve bem, devido ao calor intenso, aos dias longos e ao excesso de chuva. Estas condições favorecem o pendoamento precoce, tornando as folhas leitosas e amargas, perdendo seu valor comercial (FILGUEIRA, 2003). No entanto, já existem no mercado cultivares mais adaptadas aos plantios de verão, graças ao melhoramento genético realizado.

Segundo Vieira e Cury (1997), a temperatura do ar é o elemento climático que exerce maior influência nos processos fisiológicos das plantas de alface, podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas, sob condição de temperatura ótima ou inferiores a esta, respectivamente. Para todas as cultivares de alface, a ocorrência de dias curtos e temperaturas amenas favorecem a etapa vegetativa, sendo estas, inclusive, resistentes a baixas temperaturas e geadas leves (FILGUEIRA, 2003).

A umidade relativa do ar pode afetar a transpiração, e, como consequência, pode haver mudanças na condutância estomática, afetando as interações com a fotossíntese, produção de matéria seca e o índice de área foliar (JOLLIET, 1994). Embora a maioria das reações metabólicas seja fortemente influenciada pela temperatura, alguns processos físicos, como a absorção de luz, são relativamente insensíveis a ela, sendo a taxa de difusão de calor intermediária em sensibilidade (JONES, 1992).

A grande suscetibilidade da alface às doenças é um fator limitante na produção dessa hortaliça. Segundo Filgueira (2003), são conhecidos aproximadamente 75 diferentes tipos de doenças, devendo ser evitado, o quanto possível, o uso de produtos tóxicos no controle fitossanitário, pois estes podem deixar resíduos nas folhas.

Por se tratar de uma hortaliça de inverno, o seu cultivo em outras épocas do ano pode favorecer, em algumas regiões, a incidência de doenças e desequilíbrios nutricionais, principalmente se as condições climáticas se caracterizarem por elevados índices pluviométricos e altas temperaturas (YURI et al., 2004). Por isso, a época de plantio mais recomendada é o final da

estação chuvosa, sendo que, nas regiões mais frias, o cultivo pode ser realizado durante todo o ano, especialmente sob condição de cultivo protegido.

O cultivo é realizado, normalmente, com um espaçamento de 0,25 m a 0,30 m entre linhas por 0,25 m a 0,30 m entre plantas, sendo feito em patamares ou em canteiros (FAHL et al., 1998). O período de cultivo varia de 40 a 70 dias dependendo do sistema (semeadura direta ou transplante de mudas), época de plantio (verão ou inverno), cultivar utilizada e sistema de condução (no campo ou ambiente protegido).

Pelo fato da alface apresentar grande área de transpiração, característica comum às folhosas, no seu cultivo quase sempre há necessidade do uso da tecnologia de irrigação para o suplemento de água para a cultura (AZEVEDO et al., 2000).

2.1.1. Cultura da Alface: Cultivar 'Vera'

A cultivar de alface 'Vera' apresenta excelente desempenho em cultivo de inverno, a campo aberto e em cultivo protegido, durante o ano todo. São plantas vigorosas com folhas crespas, eretas e de coloração verde-clara brilhante. Seu ciclo, da semeadura ao ponto ideal de colheita para o mercado, varia de 50 a 70 dias conforme a região ou época de cultivo. Essa cultivar também apresenta excelente resistência ao florescimento prematuro quando cultivada no verão (DELLA VECCHIA et al. 1999).

2.2. Produção de Mudanças

O sucesso de uma produção agrícola começa pela obtenção de mudas de boa qualidade, pois se forem mal formadas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético. A utilização de mudas permite maior controle do espaçamento, garantia da população desejada, plantas uniformes, além de facilitar o controle de plantas infestantes (FONTES, 2005).

A produção em larga escala de mudas de alface tem motivado os produtores a adotarem técnicas mais modernas, procurando obter mudas e/ou plantas mais uniformes. Com isto, esta uniformidade e a economia de água são

maiores, e foi observado também que ocorre menos danos às raízes no momento do transplante (CAÑIZARES et al., 2002).

A produção de mudas vigorosas de alface é estratégica para obtenção de elevados rendimentos. Segundo Sousa e Resende (2003), 60% do sucesso de uma cultura está no plantio de mudas de boa qualidade. O sistema de bandejas multicelulares é o mais utilizado na produção de mudas de hortaliças. A utilização destas economiza substrato e espaço dentro da casa de vegetação, produzem mudas de boa qualidade e com alto índice de pegamento após o transplante, além de reduzir a necessidade de tratamentos fitossanitários (OLIVEIRA et al., 1993).

Mudas de tomate, alface, repolho, couve-flor, pimentão e berinjela são, atualmente, produzidas neste sistema, utilizando-se, para isto, substratos comerciais ou elaborados pelo próprio produtor a partir da compostagem de resíduos orgânicos. Grande parte da área plantada com alface, anualmente, no Estado de São Paulo, é suprida por mudas fornecidas por viveiristas profissionais (LUZ et al., 2010).

De acordo com Echer et al. (2000), há ainda, no atual momento, um debate técnico entre produtores de mudas e produtores de alface sobre o tamanho ideal de bandeja. Na produção de mudas de alface prevalecem bandejas com 200 e 288 células. Os viveiristas têm preferência por bandejas com maior número de células para melhor aproveitamento dos substratos e do espaço das estufas. Entretanto, os produtores procuram adquirir mudas de melhor qualidade, com bom enraizamento e desenvolvimento de folhas, de maneira a permitir maior amplitude no período de transplante das bandejas para o campo.

O tamanho das células dos recipientes e o tipo de substrato são aspectos primordiais a serem estudados para a obtenção de mudas de qualidade, pois afetam diretamente o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular, bem como o fornecimento de nutrientes às mudas (ECHER et al., 2000).

2.3. Cultivo Protegido

Desde o aparecimento da indústria petroquímica na década de 30 do século XX, e com o crescimento da utilização do plástico em diversos setores já a partir da Segunda Guerra Mundial, não ficaria o setor agrícola indiferente a esse novo e promissor material que surgia em diferentes campos de aplicação.

De acordo com Purquerio e Tivelli (2006), o plástico tem sido empregado nas atividades agropecuárias com maior participação na produção de alimentos, substituindo materiais tradicionais como madeira, vidro, ferro e cimento, com a finalidade de minimizar os custos de produção e inovar técnicas tradicionais para se obter aumento de produtividade. Desta forma, a plasticultura pode ser definida como a técnica de aplicação dos materiais plásticos na agricultura.

O clima é um fator que influencia muito a produção agrícola, principalmente as hortaliças. No verão, as chuvas demasiadas costumam danificar as olerícolas e criar condições favoráveis para o aparecimento de doenças. Por outro lado, o frio e os ventos de inverno acabam prolongando o ciclo dessas culturas (GOTO e TIVELLI, 1998).

Conforme Purquerio e Tivelli (2006), para solucionar essa problemática, seria necessário o surgimento de uma técnica e/ou sistema especializado que, através da construção de uma estrutura, fizesse e tivesse a função de proteger as plantas contra os agentes meteorológicos, de possibilitar certo controle das condições edafoclimáticas e que permitisse a passagem de luz, já que a radiação solar é essencial à realização da fotossíntese. Logo, para alcançar todos estes objetivos, a técnica conhecida como cultivo protegido passou a ser amplamente difundida e utilizada.

Originalmente, o cultivo protegido de plantas era feito em ambiente construído com vidro, devido às suas excelentes propriedades físicas. Atualmente, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é o material mais utilizado para a cobertura de “estufas agrícolas”, pois além de possuir propriedades que permitem seu uso para essa finalidade, como a transparência, ele é flexível, o que facilita seu manuseio. Além disto, o seu custo é menor quando comparado ao vidro. (PURQUERIO e TIVELLI, 2006).

O uso correto do ambiente protegido possibilita produtividades superiores às observadas em campo. Segundo Cermeño (1990), a produtividade dentro do ambiente protegido pode ser 2 a 3 vezes maior que as observadas no campo e com qualidade superior. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, o ambiente protegido permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção ao ar livre. Esse sistema também auxilia na redução das necessidades hídricas (irrigação) através da utilização mais eficiente da água pelas plantas.

Outro bom motivo para produzir em ambiente protegido é o melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes, luz solar e CO₂), resultando em precocidade (redução do ciclo da cultura) e a redução do uso de insumos, como fertilizantes (fertirrigação) e defensivos (CERMEÑO, 1990).

No Brasil, sob cultivo protegido, é possível produzir durante o ano todo com relativo sucesso e com uma significativa abrangência climática. O manejo correto das culturas e a adequação de tais estruturas às condições regionais são práticas indispensáveis para esse sucesso (SILVA e LEAL, 1997).

Em experimento conduzido a campo e em ambiente protegido com a cultura da rúcula, Purquerio e Goto (2005) e Purquerio et al. (2005) avaliaram as diferenças na produtividade em duas estações do ano. No inverno, devido às condições climáticas favoráveis ao cultivo da rúcula, seria dispensável o uso do ambiente protegido. Porém, devido ao melhor aproveitamento dos fatores de produção pelas plantas, houve melhor rendimento das plantas cultivadas no ambiente protegido em relação às cultivadas em campo. Já no verão, a alta precipitação pluviométrica que ocorreu durante o ciclo da cultura e sua concentração em curtos períodos de tempo foi prejudicial às plantas cultivadas no campo, que não conseguiram acompanhar a produtividade verificada no ambiente protegido.

No campo, além da menor produtividade, também se observou menor qualidade das plantas. Os impactos das gotas de chuva na folhagem, bem como a movimentação de partículas de solo, danificaram fisicamente as folhas, atrasando o desenvolvimento da planta e diminuindo a qualidade final do produto, a ponto de, na colheita, as folhas não apresentarem bom aspecto para a comercialização, pois estavam coriáceas, amareladas, danificadas e sujas (PURQUERIO e GOTO, 2005; PURQUERIO et al., 2005).

A cultura da alface é muito sensível às condições climáticas, principalmente chuva e temperatura (RODRIGUES et al., 1997). Tradicionalmente, a alface é melhor adaptada a temperaturas mais amenas, com maior produção nas épocas mais frias do ano, em condições de campo (OLIVEIRA et al., 2004), com variação de rendimento em função de cultivares e das mudanças climáticas ocorridas durante o ano (DUARTE et al., 1992).

O cultivo da alface em casa de vegetação, além de permitir a utilização intensiva da terra e do capital, permite sua produção de maneira controlada, dependendo menos das condições climáticas e tendo um melhor aproveitamento dos insumos. Também possibilita a distribuição da produção ao longo do ano, regulariza a oferta e proporciona ao produtor a possibilidade de evitar épocas de menor preço (RODRIGUES et al., 1997).

Nos últimos anos, tem-se observado no mercado de sementes de alface um número crescente de cultivares, sendo algumas delas adaptadas ao cultivo protegido. Para outras, há ausência de informações. A avaliação do desempenho de cultivares para condições de cultivo protegido é de grande importância, especialmente quando o cultivo ocorre em época do ano desfavorável (TRANI et al., 2006). Além disso, Radin et al. (2004) verificaram que, para três cultivares de alface conduzidas em casa de vegetação, um maior número final de folhas foi encontrado quando comparadas com as cultivares conduzidas a campo. Houve, inclusive, uma antecipação da colheita e um maior valor do produto final das primeiras em relação às segundas.

A produção de alface sob estruturas de proteção é uma atividade regular em inúmeros países e em franca expansão no Brasil. O dinamismo de seu emprego tem possibilitado adaptá-la às mais diversas condições, ora servindo como estufas, em regiões de inverno rigoroso no Sul (SEGOVIA, 1991), ora sendo utilizado como guarda-chuva, em regiões de verão chuvoso no Sudeste (SANTOS, 1995).

Santos (1995) concluiu que o cultivo protegido permite a produção de alface, cultivar Regina, qualitativa e quantitativamente acima do padrão da cultura no ambiente natural quando cultivada em época de temperatura mais elevada na região de Lavras, MG.

Ao comparar o crescimento e desenvolvimento de algumas cultivares de alface durante o inverno, em cultivo protegido e a campo, Segovia et al.

(1997) mostraram que o número de folhas emitidas na primeira forma de condução apresentou tendência de maiores valores. Por outro lado, o acúmulo de massa seca apresentou velocidade semelhante, nos dois ambientes, embora com valores menores a campo. Também foram verificadas taxas de crescimento maiores no interior do ambiente protegido, resultando em produção mais precoce e de melhor qualidade do que aquela obtida em ambiente não protegido.

Na análise dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento de alface, foi observado por Tibbits e Bottemberg (1976) que o cultivo em “estufa” influenciou a velocidade de crescimento da planta. As características massa seca foliar e índice de área foliar indicaram que, em cultivo protegido, a massa específica das folhas foi menor no interior da mesma. Isso significa que as folhas expandiram-se mais rapidamente, o que pode ser atribuído, principalmente, aos teores mais elevados de umidade relativa do ar existentes no interior do ambiente protegido. De acordo com os referidos autores, essa característica favorece a aparência visual do produto, mas é negativa do ponto de vista da resistência ao transporte e da conservação pós-colheita.

Segundo Dantas e Escobedo (1998), a taxa de crescimento relativo (TCR) da alface, expressa em função da variação da massa seca, no inverno, foi cerca de 20% maior dentro do cultivo protegido. De maneira geral, a TCR média do inverno superou a TCR média do verão em 10%. A taxa de crescimento da cultura (TCC), que correlaciona o índice de área foliar com a taxa de assimilação líquida, expressando a produção de massa seca em relação à área cultivada, geralmente foi maior no verão, com superioridade de aproximadamente 69% nos ambientes protegidos e de 60% na parcela externa, o que reflete demasiadamente no rendimento final da cultura.

Segundo Sganzerla (1991), o cultivo protegido, além de proteger a cultura dos efeitos negativos do vento, chuvas e granizo, possibilita aumentos consideráveis na produtividade, assim como uma maior precocidade, melhores qualidades e economia de insumos.

Os problemas de fertilidade do solo no cultivo protegido poderão ser ainda maiores do que os do cultivo intensivo a céu aberto, pois pela proteção proporcionada contra as chuvas, evita lixiviação de nutrientes e, aumenta a sua concentração na camada de solo explorada pelas raízes. Segundo Gomes,

Silva e Faquin (1999), as condições de cultivo em ambientes protegidos são diferentes daquelas encontradas a campo, principalmente com relação às perdas de nutrientes por erosão e lixiviação, que são inexistentes dentro da casa de vegetação.

Ainda há a necessidade de maiores conhecimentos e informações sobre o cultivo protegido em diferentes condições de solo, clima, cultivo e cultivares disponíveis no Brasil (TAKAZAKI e DELLA VECCHIA, 1993). Observa-se, então, que as recomendações existentes para o campo, trabalhadas de forma empírica para o ambiente protegido, devem servir apenas como referencial, havendo, portanto, necessidade de obtenção de informações específicas para o sistema de cultivo em casa de vegetação.

2.4. Irrigação Localizada e Fertirrigação

O consumo médio de água no planeta é de $644 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{habitante}^{-1}$. Com as expectativas de que a população mundial dobre até 2025, a demanda por recursos naturais, principalmente hídricos, será de grande preocupação. (VERDADE et al., 2006).

Já para a América do Sul, este consumo anual por habitante é estimado em 478 m^3 , com a produção agrícola representando 59% de todos os requerimentos de água. O uso indiscriminado e a escassez de água no futuro sugerem a utilização de sistemas de produção mais intensivos, e que reduzam o seu consumo na agricultura (STANGUELLINI, 2003).

Nos últimos anos, a técnica de irrigação localizada por gotejamento está sendo amplamente adotada. Esta mudança ocorreu em virtude da maior eficiência na utilização da água e do controle de problemas fitossanitários (EMBRAPA Clima Temperado, 2005).

Dentro deste contexto, existe a prática da fertirrigação. Esta consiste na aplicação simultânea de nutrientes com a água que será utilizada no processo de irrigação, e tem-se mostrado mais eficiente no fornecimento dos mesmos para diversas culturas, com uma série de vantagens sobre a forma tradicional de aplicação (ALVARENGA, 1999).

A fertirrigação, ao utilizar os mesmos equipamentos de irrigação, possibilita dosar e fracionar a aplicação de fertilizantes da maneira desejada,

com economia de mão de obra, redução da lixiviação e melhor distribuição dos nutrientes no perfil do solo (WIERSMA, 1969; POMPA, 1974).

No Brasil, somente nestes últimos anos é que esta prática tem se firmado como técnica, mas mesmo assim, sua utilização, quando comparada ao seu potencial, pode ser considerada incipiente. Proprietários de sistemas de irrigação localizada e de pivô central são os que a utilizam com maior frequência, notadamente para a aplicação de adubos nitrogenados (HERNANDEZ, 1994).

A fertirrigação é uma prática agrícola essencial para o manejo de culturas irrigadas, quando se utiliza sistema de irrigação localizada, sendo uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes nas plantas, principalmente nas regiões de climas áridos e semi-áridos. Isto ocorre, pois, aplicando-se os fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo durante o ciclo vegetativo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (BERNARDO, 1986, VILLAS BOAS et al., 1994).

A parte aérea das plantas, que permanece seca nos processos de irrigação localizada por gotejamento, não proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos e bactérias. Como consequência, há um aumento na produtividade, no tamanho e na qualidade dos frutos. Outras vantagens desse sistema são: permitir melhor automação, irrigações com turnos de regas menores, redução no consumo de energia elétrica e utilização da fertirrigação, fornecendo nutrientes às plantas, nas fases que necessitam (SANTOS et al. 2005).

A irrigação por gotejamento, ainda segundo Santos et al. (2005), permite que se mantenha o solo úmido e com boa aeração por período ininterrupto, com umidade sempre próxima à capacidade de campo na zona efetiva do sistema radicular. Assim, os nutrientes mantêm-se solubilizados, permitindo que a cultura atinja altos rendimentos com um mínimo consumo de água. Estes benefícios interferem também na melhoria do padrão de qualidade e no tamanho das plantas.

As perdas de água por percolação ou escoamento superficial, comum a outros métodos, são minimizadas no gotejamento, isto é, praticamente

inexistentes. Este método permite que se cultive em solos com maior salinidade, pelo fato de mantê-los constantemente úmidos. A água é distribuída de forma uniforme na zona radicular e não há o molhamento das áreas fora da abrangência desta, como a de plantas daninhas, ou mesmo das folhas da alface, o que facilita o controle fitossanitário (EMBRAPA Clima Temperado, 2005).

Pode-se dizer, portanto, que a prática da fertirrigação integra a agricultura de precisão. Porém, se esse sistema não for bem manejado, pode acarretar em resultados negativos. Nas primeiras tentativas de sua implantação, no Brasil, utilizou-se água em excesso e, como consequência, surgiram fortes incidências de fungos no solo, que resultou em morte de plantas e baixa produtividade (EMBRAPA Clima Temperado, 2005).

Segundo Raposo (1979), a fertirrigação possibilita a aplicação de adubos foliares, facilita a operação de cobertura em culturas densas e dosa com rigor as quantidades de nutrientes de acordo com a marcha de absorção da cultura.

Com a utilização crescente da fertirrigação, há possibilidades de uso de produtos organominerais líquidos. Porém, essa prática ainda é recente na olericultura, não se dispondo de informações suficientes sobre como esses produtos agem e influenciam a produção de mudas, assim como a produtividade e a qualidade das hortaliças em geral (SALA, 2005).

Embora a fertirrigação seja uma técnica viável, utilizada com sucesso em diversos países do mundo, poucos são os trabalhos desenvolvidos nessa área no Brasil, citando-se alguns com alface: Kalil (1992); Bueno (1998); Alvarenga (1999).

2.5. Adubação Foliar

Em alface, os principais sintomas de deficiências nutricionais ocorrem, inicialmente, em folhas mais velhas, onde se verifica amarelecimento das bordas, que posteriormente adquirem uma coloração marrom (WEIR e CRESSWELL, 1993). As raízes apresentam-se escuras, as folhas são menores e em menor número, acarretando assim uma menor área foliar, de aspecto coriáceo e com necrose nos bordos (MOREIRA et al., 2001).

Como a parte aérea das plantas também possui a capacidade de absorver água e nutrientes, diversos estudos têm contribuído para que a prática da adubação foliar possa ser mais intensivamente pesquisada (OSAKI, 1990; MALAVOLTA, 1980).

Freire et al. (1980), trabalhando com formas diferentes de aplicação de nutrientes, relataram que a adubação foliar é um meio eficiente de suprimento nutricional para a planta.

A adubação via folha não pode substituir totalmente o fornecimento de adubos via solo, isto é, não pode substituir a absorção de nutrientes pelas raízes. Entretanto, a expansão do uso dessa técnica a um número cada vez maior de culturas vem demonstrando que há culturas que podem ser mantidas, em relação a determinados nutrientes, quase que exclusivamente por adubação foliar. A adubação foliar tem ainda a vantagem de ser de baixo custo e de poder ser aplicada em mistura com vários defensivos agrícolas nas pulverizações fitossanitárias (CAMARGO e SILVA, 1990).

Para a aplicação foliar, podem ser usados os adubos líquidos, que são sais minerais solúveis já dissolvidos, e os adubos sólidos, que devem ser solubilizados em água para formar uma solução. Os produtos comumente utilizados nas adubações foliares podem ser adubos simples ou misturas de diversos compostos, e podem fornecer tanto macro como micronutrientes. Assim, as folhagens são pulverizadas mediante o uso de compostos minerais (ADFOLIAR, 1995).

As aplicações foliares, segundo a Adfoliar (1995), no início de sua utilização, só eram realizadas com micronutrientes quando estes faltavam no solo. Entretanto, atualmente, os macronutrientes também passaram a ser empregados com resultados satisfatórios. Mas isto não quer dizer que as adubações foliares substituem as adubações feitas no solo. Elas apenas suplementam e complementam a adubação convencional. Muitas experiências demonstram que a absorção de nutrientes pelas raízes, via adubação de solo, é mais lenta, enquanto que a absorção de nutrientes pelas folhas, via adubação foliar, ao contrário, é mais rápida.

As hortaliças, em geral, extraem do solo quantidades bem maiores de nutrientes por hectare em relação a outras culturas devido às suas exigências

específicas e, principalmente, devido à sua maior capacidade de produção (ADFOLIAR, 1995).

A fertilidade natural do solo, portanto, não é suficiente para suprir as exigências nutricionais da maioria das hortícolas. Neste sentido, as tecnologias de correção e adubação são fundamentais para garantir produtividades economicamente viáveis ao produtor, ainda mais nos dias atuais em que o melhoramento genético tem lançado cultivares cada vez mais responsivas às adubações (FREIRE et al., 2004).

Logo, a adubação foliar permite complementar de maneira equilibrada a fertilidade do solo e adquirir uma resposta rápida da cultura quando esta se encontra em situações de estresse ou quando estiver demonstrando sintomas de deficiência nutricional (FILGUEIRA, 2003).

Em se tratando do fornecimento de macronutrientes, a adubação foliar deve ser encarada como um complemento da adubação no solo e nunca como substitutiva, pois, pelas exigências nutricionais do tomateiro, por exemplo, verifica-se que seria necessário um número elevado de pulverizações, para suprir as necessidades da planta, o que seria antieconômico (FREIRE et al., 1980).

Neste contexto, os micronutrientes, cuja importância é conhecida há várias décadas, apenas recentemente passaram a ser utilizados de modo rotineiro nas adubações em várias regiões do país e para as mais diversas condições de solos e de culturas, apresentando, assim, posição de destaque (ABREU et al., 2001).

A produção em áreas pobres em micronutrientes exige a prática da adubação com estes, que é de fundamental importância para as culturas. O zinco, por exemplo, atua como componente e ativador enzimático, estando diretamente envolvido no metabolismo do nitrogênio (FAQUIN, 1997), contribuindo para o crescimento (GREWAL et al., 1997) e manutenção da integridade da membrana plasmática da raiz (CAKMAK e MARSCHNER, 1988; WELCH e NORVELL, 1993). Para os micronutrientes, que são exigidos em pequenas quantidades pelas culturas, a adubação foliar poderá suprir todas as exigências das mesmas (FREIRE et al., 1980).

Com base no contexto da agricultura global, que busca o aumento da produção de alimentos e a redução de custos, devido a um mercado cada vez

mais competitivo, a adubação foliar é um dos meios mais eficientes para solucionar deficiências nutricionais específicas (LOPES e GUIDOLIN, 1989). Isto porque há provas experimentais de que várias hortaliças são capazes de absorver nutrientes pelas folhas (FILGUEIRA, 2000).

De maneira geral, os nutrientes aplicados às folhas são absorvidos e translocados para todas as partes do vegetal com muita rapidez. Mas apesar desses conhecimentos, no que se diz respeito às vias de entrada de substâncias nas folhas e ao seu respectivo mecanismo de absorção, ainda há muita discussão (ADFOLIAR, 1995).

Para Malavolta e Romero (1975), a penetração foliar dos nutrientes, tal como acontece com a absorção radicular, se processa em duas fases. A primeira delas consiste em um processo não metabólico, rápido, que vai desde a superfície externa da folha, usualmente coberta pela cutícula, até a barreira representada pela membrana plasmática semipermeável. Em condições normais, as cavidades estomáticas estão cheias de gás o que não permite a penetração das soluções. Entretanto, quando as soluções possuem agentes espalhantes, podem elas entrar pelos estômatos, depois de atravessar a cutícula, indo para os espaços celulares ou intracelulares. O atravessamento da cutícula é facilitado por minúsculos canais nela existentes e também por filamentos protoplasmáticos que penetram as paredes das células epidérmicas e se estendem até a camada cuticular (ectodesmata).

A segunda fase de penetração, em que o nutriente atravessa a membrana citoplasmática e penetra o vacúolo, constitui um processo metabólico ativo, portanto, dá-se contra um gradiente de concentração e exige o fornecimento de energia que é feito pela respiração e pela fotossíntese. O fenômeno é praticamente irreversível e ocorre geralmente em horas, enquanto que a primeira fase pode se completar em minutos (MALAVOLTA e ROMERO, 1975).

De acordo com Minami (1986), a adubação foliar é uma técnica de adubação muito restrita. Há algumas condições para o seu uso, pois se não, os resultados podem ser desastrosos. A adubação de plantio deve ser bem feita e o estado de sanidade da cultura deve ser bom, pois ela não corrige um estado de carência em longo prazo. A adubação foliar deve ser utilizada complementarmente à adubação convencional e somente em determinadas

fases de desenvolvimento da cultura. A concentração dos nutrientes e o intervalo mínimo e máximo entre uma e outra aplicação devem ser muito bem observados.

Segundo Faquin (1994), a respeito do grande aumento no consumo de adubos foliares no país, não se encontram na literatura brasileira, pesquisas conclusivas que forneçam respaldos agrônômicos e econômicos justificando a sua utilização.

2.6. Macro e Micronutrientes

A alface é considerada uma hortaliça exigente em nutrientes, mesmo absorvendo pequenas quantidades, quando comparada às outras culturas (SANCHEZ, 2007).

O período de maior consumo nutricional da alface é na fase final de produção, devido ao seu ciclo curto e à pequena exigência em nutrientes pelas cultivares disponíveis no mercado (TERRA et al., 2001).

A intensificação de absorção dos nutrientes ao final do ciclo, principalmente dos macronutrientes, está relacionada com a produção de matéria seca, a qual é lenta no início do desenvolvimento das plantas, ocorrendo uma aceleração a partir do trigésimo dia do ciclo da cultura e chegando a valores elevados na época da colheita. A partir do quadragésimo dia de ciclo, a alface apresenta a tendência de acumular matéria seca mais rapidamente, o que acarreta, conseqüentemente, em uma maior absorção de nutrientes (GARCIA et al. 1982).

O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exigidos pelas culturas, necessitando-se de doses elevadas nas adubações. Entretanto, em áreas potencialmente fertilizadas com nitrogênio, há grande preocupação sob dois aspectos: o primeiro, devido à contaminação de águas subterrâneas e dos mananciais, e o segundo, devido à elevação dos teores de nitrato (NO_3^-) nos alimentos, principalmente naqueles de consumo *in natura*, como as hortaliças e frutas. O NO_3^- absorvido pelas raízes é reduzido a NH_4^+ , sendo esta redução e o conseqüente acúmulo de nitrato nas plantas afetado por diversos fatores, dentre eles fatores genéticos e ambientais, a intensidade luminosa que, quando for baixa, pode reduzir o acúmulo de nitrato, e o sistema de cultivo

(convencional, orgânico e hidropônico) (FAQUIN, 2004; MIYAZAWA et al., 2001).

Segundo Furlani et al. (1978), a alface é, dentre as hortaliças folhosas, a que apresenta teores mais elevados de nitrogênio e cálcio, sendo que, a extração destes nutrientes por tonelada produzida é de, respectivamente, 2,51 kg e 0,82 kg.

De acordo com Shear (1975), o nitrogênio é o nutriente que mais interfere no crescimento vegetativo da alface, sendo que a sua falta inibe a absorção de cálcio. A alface responde mais ao fornecimento de nitrogênio, pois é basicamente composta por folhas. Entretanto, a fisiologia da planta não é eficiente na utilização deste macronutriente, tendo uma taxa de utilização sempre menor que 50% (ALEXANDER, 1965).

Alvarenga (1999) observou que diversos trabalhos, sob as mais variadas situações, têm mostrado uma resposta quadrática à aplicação de nitrogênio e, que a partir de uma determinada dose, há um decréscimo na produção. Conforme Katayama (1993), a absorção de aproximadamente 80% do N total se dá nas últimas semanas do ciclo da cultura.

O nutriente mais exigido pela alface é o potássio, que embora não faça parte de nenhuma estrutura celular, é o mais importante elemento em quantidade absorvida. O potássio age na planta como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, gera resistência dos vegetais às geadas, atua como regulador do turgor celular e é responsável pela qualidade dos produtos agrícolas em geral (SANCHEZ, 2007).

Verdade et al. (2003) observaram a seguinte ordem decrescente de extração dos macronutrientes: K>N>Ca>P>Mg, concordando com as pesquisas conduzidas em condições de solo (GARCIA et al., 1982) e em hidroponia (FURLANI, 1995; CORTEZ, 1999).

O cálcio é fundamental para a estrutura e funcionamento de membranas celulares, para a absorção iônica, para a constituição do pectato (lamela média) e também para a composição ou ativação enzimática, como na ATPase (apirase), por exemplo (SANCHEZ, 2007). De acordo com Malavolta et al. (1997), este nutriente é um eventual causador do “tip burn” (queima dos bordos das folhas) na cultura de alface, quando constatada a sua deficiência.

O macronutriente fósforo é de fundamental importância para o crescimento das plantas, principalmente do sistema radicular, atuando como constituinte das moléculas de ATP, DNA, RNA, nucleotídeos, ácido fítico, de coenzimas; é transportador de solutos pelas membranas das células e também porque este nutriente participa dos processos de fotossíntese, respiração, sínteses, absorção iônica, multiplicação e divisão celular, na fixação biológica do nitrogênio e no armazenamento e transferência de energia (MALAVOLTA et al. 1997).

O magnésio é fundamental para a fotossíntese, pois é constituinte da molécula de clorofila e participa de inúmeras reações como ativador enzimático em processos fisiológicos como a respiração, absorção iônica, transporte de energia e balanço eletrolítico, além de conferir estabilidade aos ribossomos (MALAVOLTA et al., 1997).

Também os mesmos autores consideram o enxofre fundamental para as plantas e seres humanos, pois, além de agir como ativador enzimático, é constituinte dos aminoácidos cistina, metionina e cisteína, presente também em proteínas, sulfolipídeos, coenzimas.

Já os micronutrientes (boro, cloro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco) são elementos essenciais requeridos em pequenas quantidades pelas plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os mesmos são participantes do grupo ativo de enzimas e da fotossíntese, e exercem outras funções importantes, tais como: transportadores de elétrons; biossíntese de clorofila e proteínas (Fe); metabolismo de ácidos orgânicos e da redutase do nitrito (Mn); sínteses protéicas e do ácido indol acético (AIA); componente dos ribossomos (Zn); constituinte/ativador enzimático da polifenol oxidase, que atua na respiração, e da plastocianina, que atua na fixação de nitrogênio (Cu); conforme descrito por Malavolta et al. (1997).

De acordo com Ferreira et al. (1993), os micronutrientes que mais afetam o desenvolvimento da alface são o cobre, o molibdênio e o boro. Dentre eles, o Mo está relacionado com o metabolismo do nitrogênio, pois ele é componente da enzima redutase do nitrato, que converte nitrato à nitrito (DECHEN et al., 1991). Respostas positivas à adubação com esses nutrientes têm sido relatadas com várias culturas, em diferentes países (GUPTA e

LIPSETT, 1981). De acordo com trabalhos de Zito et al. (1994), o fornecimento de molibdato de sódio promoveu aumento de 24,1% na produção comercial de alface.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, situada no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no município de Maringá/Paraná, região Noroeste do Estado, na latitude 23° 25' 57" S, longitude 51° 57' 08" W e altitude média de 542 m.

O solo da área experimental, de acordo com a sua formação pedogenética, pode ser classificado em NITOSSOLO Vermelho distroférico, conforme EMBRAPA Solos (2006). Os resultados das análises químicas dos macro e micronutrientes do material de solo estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Resultado da análise química de macronutrientes do material de solo da área experimental.

pH	H ⁺ +Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V	P	S	C
(CaCl ₂)	(cmol _c dm ⁻³)				(%)	(mg dm ⁻³)		(g dm ⁻³)
6,90	2,19	0,82	6,04	1,57	79,39	201,98	45,40	13,43

Análise efetuada no Laboratório Rural de Maringá: Laboratório de Análise de Solos. Maringá, Paraná, 2012.

A estrutura do cultivo protegido utilizado foi do tipo arco, com cobertura de polietileno de 150 µm de espessura e tela sombrite de 50% nas laterais. A casa de vegetação foi construída com as seguintes dimensões: 7,00 m de largura; 30,00 m de comprimento total, 2,50 m de altura de pé direito e 1,50 m de altura de arco.

Tabela 2 – Resultado da análise química de micronutrientes do material de solo da área experimental.

Cu	Zn	Fe	Mn	Na ⁺	B
(mg dm ⁻³)					
11,50	12,50	44,00	134,00	29,30	0,53

Análise efetuada no Laboratório Rural de Maringá: Laboratório de Análise de Solos. Maringá, Paraná, 2012.

3.2. Clima

O clima da cidade de Maringá, PR, é do tipo Cfa - Mesotérmico Úmido, caracterizado por chuvas abundantes no verão e invernos secos, segundo a classificação de Köppen.

As médias anuais das temperaturas mínimas e máximas atingem 10,30° C e 33,60° C, respectivamente. A temperatura média anual pode alcançar 21,80° C e a umidade relativa média do ar é igual a 66%. Com relação aos dados de precipitação pluviométrica, a média anual alcança 1.500 mm (GODOY et al., 1976).

3.3. Preparo da Área Experimental

Inicialmente, procedeu-se o revolvimento do solo com enxada rotativa na profundidade de 0,25 m. Posteriormente, foram construídos três canteiros, cada um com 14,00 m de comprimento, 0,20 m de altura e 1,20 m de largura, espaçados igualmente entre si e entre as laterais da casa de vegetação, formando assim, quatro corredores.

Cada canteiro foi dividido em cinco áreas iguais, no sentido da sua largura, e ao meio, no sentido do seu comprimento, totalizando assim, dez parcelas por canteiro, e, conseqüentemente, trinta parcelas em área total (três canteiros). Cada parcela possuía as seguintes dimensões: 2,80 m de comprimento, 0,20 m de altura e 0,60 m de largura.

Em cada unidade experimental, doze plantas foram distribuídas em cada uma das três linhas de cultivo dispostas paralelamente entre si e no sentido longitudinal (acompanhando o comprimento do canteiro), totalizando, portanto, trinta e seis plantas por parcela. Destas, apenas as seis plantas centrais compuseram a área útil de cada parcela experimental, sendo as demais consideradas como bordaduras de cabeceira e lateral.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições.

Para a composição dos tratamentos, utilizou-se o esquema fatorial com testemunhas adicionais. Foram avaliados dois fatores, sendo o primeiro referente às doses do fertilizante foliar estudado (contendo macro e micronutrientes) e o segundo referente às suas formas de aplicação.

O primeiro fator foi constituído por quatro níveis, ou seja, foram trabalhadas quatro doses do produto comercial Apport, da linha Safári® Fertilizantes, pertencente à Empresa GMID® - Indústria e Comércio de Fertilizantes LTDA.

Por sua vez, o segundo fator foi representado por dois níveis, ou seja, foram avaliadas duas formas de aplicação do produto, sendo estas a fertirrigação e a pulverização foliar. Portanto, a combinação desses dois fatores com seus respectivos níveis formaram os tratamentos principais.

Como testemunhas adicionais, foram utilizados dois tratamentos. O primeiro deles não recebeu adubação com o produto Apport, ou seja, as plantas que compunham este tratamento somente foram adubadas via pulverização foliar com nitrogênio em cobertura. O produto utilizado para isto foi o Nitromax, produto este também da mesma linha e empresa do Apport, e que contém 30% de nitrogênio, com densidade de $1,30 \text{ g mL}^{-1}$.

A segunda testemunha adicional, além de receber a adubação nitrogenada de cobertura, da mesma forma e na mesma dosagem da primeira, recebeu também uma dosagem do produto Apport, que era aplicado juntamente com o nitrogênio via pulverização foliar.

Assim, o esquema fatorial com testemunhas adicionais que se compôs foi do tipo $4 \times 2 + 2$, ou seja, quatro níveis do fator doses de fertilizante e dois níveis do fator formas de aplicação, que resultaram em oito tratamentos, mais as duas testemunhas adicionais, totalizando, portanto, dez tratamentos, com três repetições cada um.

3.5. Tratamentos

O fertilizante foliar Apport é um composto de macro e micronutrientes. O mesmo possui 2,5% de Ca; 0,7% de Mg; 2,3% de S; 1,5% de Cu; 1,3% de Fe; 0,6% de Mn; 1,4% de Mo e 0,8% de Zn.

Para a definição dos tratamentos principais, inicialmente, estabeleceu-se um ponto central, a partir do qual foram selecionadas as quatro doses do fator fertilizante.

A dose central e recomendada do produto Apport é de 1,0 mL do produto comercial para cada 1,0 L de água, representando, desta forma, uma concentração de 0,10% v v⁻¹, que corresponde a uma quantia de 0,20 mL de Apport para cada planta de alface (considerando um volume de calda de 22,00 litros) de cada tratamento.

Desta forma, as quatro dosagens trabalhadas nas duas aplicações foram 0,05 mL planta⁻¹; 0,10 mL planta⁻¹; 0,40 mL planta⁻¹; 0,80 mL planta⁻¹, ou seja, duas doses acima e duas doses abaixo da recomendação do produto.

Com relação ao nitrogênio de cobertura, a dose utilizada foi de 90 kg ha⁻¹, dose esta recomendada pelo IAC, conforme Trani (2006), e que corresponde ao total a ser aplicado durante todo o ciclo da cultura. A fonte de nitrogênio utilizada foi o produto Nitromax.

Vale ressaltar que os tratamentos principais não receberam adubação nitrogenada durante a condução da cultura, ou seja, receberam somente a aplicação do produto Apport, ora via pulverização foliar, ora via fertirrigação.

Logo, os 10 tratamentos estudados se compuseram da seguinte forma:

- Tratamento 1: dose de 0,05 mL planta⁻¹ de Apport via fertirrigação;
- Tratamento 2: dose de 0,10 mL planta⁻¹ de Apport via fertirrigação;
- Tratamento 3: dose de 0,40 mL planta⁻¹ de Apport via fertirrigação;
- Tratamento 4: dose de 0,80 mL planta⁻¹ de Apport via fertirrigação;
- Tratamento 5: dose de 0,05 mL planta⁻¹ de Apport via pulverização foliar;
- Tratamento 6: dose de 0,10 mL planta⁻¹ de Apport via pulverização foliar;
- Tratamento 7: dose de 0,40 mL planta⁻¹ de Apport via pulverização foliar;
- Tratamento 8: dose de 0,80 mL planta⁻¹ de Apport via pulverização foliar;
- Tratamento 9: dose de 0,31 mL planta⁻¹ de Nitromax via pulverização foliar (testemunha adicional 1);

- Tratamento 10: dose de 0,31 mL planta⁻¹ de Nitromax com 0,20 mL planta⁻¹ de Apport via pulverização foliar (testemunha adicional 2).

3.6. Semeadura

O trabalho foi constituído de um experimento realizado no ano agrícola de 2012, e que abrangeu os meses de Maio a Agosto.

As mudas foram produzidas em casa de vegetação, a qual também se localiza no CTI. Conforme metodologia proposta por Trani et al. (2007), a alface crespa, cultivar Vera (Sakata[®]), foi semeada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, que continha o substrato comercial da marca Germina Plant. Em cada célula foi adicionada uma semente peletizada de alface.

As irrigações foram efetuadas para manter as tensões de água no substrato sempre próximas à capacidade de campo de maneira a satisfazer as necessidades hídricas da cultura nesse estágio, evitando-se qualquer déficit hídrico.

3.7. Transplântio

O transplântio foi efetuado vinte e cinco dias após a semeadura, no momento em que as mudas apresentavam de três a quatro folhas e de 8,00 cm a 10,00 cm de altura.

A cultura foi transplantada no espaçamento de 0,20 m x 0,20 m, totalizando um mil e oitenta plantas. Logo, cada parcela experimental foi representada por um canteiro com as dimensões de 0,60 m (largura) x 2,40 m (comprimento) x 0,20 m (altura), com área bruta de 1,44 m² (36 plantas em 3 fileiras) e área útil de 0,24 m² (6 plantas na fileira central), excluindo-se duas linhas de plantio, no sentido longitudinal ou do comprimento dos canteiros, como bordaduras laterais, e seis linhas de plantio, no sentido transversal ou da largura dos canteiros, como bordaduras de cabeceira (três no limite inferior e superior de cada parcela).

3.8. Adubação

Após o preparo dos canteiros e antes do transplântio das mudas, foi realizada a adubação nitrogenada de base. Para isto, a dose de N, aplicada em área total nos canteiros foi calculada conforme indicação do IAC, segundo Trani (2006), que recomenda 40 kg ha⁻¹. O fertilizante utilizado foi a Uréia.

As adubações posteriores ao transplântio das mudas de alface corresponderam às formas de aplicações e às doses dos produtos dos tratamentos descritos anteriormente.

3.9. Tratos Culturais

Com o objetivo de garantir uma boa sanidade para o experimento durante todo o seu ciclo, alguns cuidados essenciais foram tomados para que a cultura não sofresse algum dano, seja por competição com plantas daninhas ou por ataques de pragas e doenças.

Para tanto, antes do transplântio das mudas, foi efetuada uma capina manual nas parcelas experimentais para que as plantas de alface não viessem a competir com plantas daninhas logo na fase crítica de pegamento das mudas. Como a horta cresceu no limpo e com boas condições de desenvolvimento, a cultura logo fechou as entrelinhas de cultivo, fazendo seu próprio controle de plantas daninhas, já que limitam a passagem de luz para o dossel inferior.

Cinco dias após o transplântio, foi feita uma aplicação de imidacloprid (210,00 g.i.a ha⁻¹), de forma preventiva, para garantir mudas livres de pragas na fase de pegamento e evitar aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura, pois quando se trabalha pensando na prevenção (antes das pragas entrarem na lavoura) o sucesso é mais garantido, pois as plantas se desenvolvem com maior sanidade. Com isso, evitam-se aplicações posteriores de inseticidas curativos, acarretando, assim, em menos produtos químicos aplicados no experimento e na economia de capital.

Com relação às doenças, como as mudas tiveram um bom pegamento e um bom crescimento inicial, com boa sanidade, livres de pragas e competições com plantas daninhas, cultivadas em ambiente protegido, se

desenvolvendo em um clima propício à cultura, além da rusticidade genética da própria cultivar, não foi detectada doença alguma durante todo o ciclo, não sendo necessário, desta forma, o seu controle.

3.10. Sistema de Irrigação

O sistema de irrigação e fertirrigação foi composto por uma caixa d'água de polietileno de 500,00 L, conectada a um conjunto motobomba de 0,5 cv, a partir do qual saía uma linha principal de PVC de 32,00 mm de diâmetro, que percorria os limites internos da casa de vegetação e voltava para a caixa, formando, assim, um sistema fechado.

Este procedimento foi adotado porque a distância entre o sistema alimentador de água e a área irrigada era pequena, da mesma maneira que o tamanho da área experimental. Neste caso, o sistema fechado evitava que a pressão de serviço se tornasse muito alta.

A utilização de um sistema fechado também visou uma melhor distribuição de água e nutrientes, pois havia retorno da água ou da solução de nutrientes para o reservatório (retroalimentação).

Na entrada (tubulação de sucção) da bomba foi instalado um registro de PVC, do tipo esfera com manopla, para controle da entrada de água (irrigação) ou da solução de nutrientes (fertirrigação). Na saída da bomba (tubulação de recalque), foram alocados um registro metálico de gaveta e uma tomada de pressão com um manômetro, para controle da pressão do sistema. Além desses equipamentos, também foram instalados um filtro de disco (120 mesh) na tubulação de saída entre o conjunto motobomba e a área experimental, e outro registro metálico de gaveta, antes da entrada da tubulação de retorno na caixa, que controlava a retroalimentação de materiais para a mesma.

Da linha principal saíam cinco linhas de derivação de PVC de 32,00 mm de diâmetro, cada uma contendo seis registros com saídas duplas para linhas laterais de polietileno de 16,00 mm de diâmetro. Cada registro permitiu o controle da irrigação e fertirrigação de uma parcela experimental, sendo duas linhas laterais destinadas a irrigar três fileiras de plantio.

Os tubogotejadores utilizados nas linhas laterais eram espaçados entre si em 0,20 m, pertencentes ao modelo GoldenDrip® e autocompensantes. Estes possuíam uma vazão média de 0,90 L h⁻¹ na pressão de serviço utilizada de 10 m.c.a. Foram utilizados dois gotejadores para cada planta de alface da área útil ou os mesmos dois gotejadores para cada três plantas de alface quando considerado a área bruta (sentido transversal ou da largura dos canteiros).

3.11. Coeficientes de Uniformidade

Após a montagem do sistema de irrigação, sua uniformidade foi determinada utilizando o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), através da metodologia descrita por Keller e Karmeli (1975).

Para tal, utilizou-se a Equação 1 que relaciona a vazão de cada gotejador com a média das vazões de todos os gotejadores.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |q^i - \bar{q}|}{n \cdot \bar{q}} \right) \quad \text{(Equação 1)}$$

em que:

CUC = Coeficiente de Uniformidade de Christiansen;

qⁱ = vazão de cada gotejador, L h⁻¹;

\bar{q} = vazão média dos gotejadores, L h⁻¹;

n = número de gotejadores.

O resultado do cálculo da uniformidade do sistema de irrigação, determinado pelo CUC, foi de 95,50%, caracterizado como excelente de acordo com Bernardo et al. (2006).

Para corroborar o valor encontrado, foram calculados também o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), proposto por Keller e Karmeli (1974) e o Coeficiente de Uniformidade Estatística (CUE), proposto por Wilcox e Swailes (1947).

Para cálculo do CUD e do CUE, utilizaram-se as Equações 2 e 3 respectivamente.

$$CUD = 100 \left(\frac{q_n}{\bar{q}} \right) \quad \text{(Equação 2)}$$

em que:

CUD = Coeficiente de Uniformidade de Distribuição;

q_n = média observada de 25% dos gotejadores com menor vazão, $L h^{-1}$;

\bar{q} = vazão média dos gotejadores, $L h^{-1}$;

O percentual encontrado para o cálculo da uniformidade do sistema de irrigação, determinada agora pelo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), foi de 92,30%, caracterizado como excelente, de acordo com Favetta e Botrel (2001).

$$CUE = 100(1 - CV_q) = 100 \left(1 - \frac{S_q}{\bar{q}} \right) \quad \text{(Equação 3)}$$

em que:

CUE = Coeficiente de Uniformidade Estatística;

CV_q = coeficiente de variação da vazão dos gotejadores;

S_q = desvio padrão da vazão dos gotejadores, $L h^{-1}$;

\bar{q} = vazão média dos gotejadores, $L h^{-1}$;

Quando utilizado o Coeficiente de Uniformidade Estatística (CUE), o resultado encontrado para o cálculo da uniformidade do sistema de irrigação foi de 94,20%, também caracterizado como excelente, de acordo com Faveta e Botrel (2001).

Vale ressaltar que o Coeficiente de Uniformidade Estatística foi elaborado, originalmente, para avaliar equipamentos/sistemas de irrigação por aspersão. Segundo Bralts et al. (1987), apud Favetta e Botrel (2001), a mesma abordagem estatística é válida para avaliação de uniformidade de sistemas de microirrigação por gotejamento, bastando a substituição das lâminas de água, na conceituação original, pela vazão dos emissores.

3.12. Manejo da Irrigação

O monitoramento da irrigação foi realizado por meio da utilização de três tensiômetros instalados a uma profundidade de 0,15 m e dispostos em diagonal na área experimental. Estes indicavam o momento de se irrigar.

Conforme Vilas Boas et al. (2007), a tensão referencial que aponta o momento de irrigação é de 15 kPa, ou seja, quando os tensiômetros marcavam 15 kPa, (ou pode-se dizer também que, quando o potencial mátrico da água no solo estava a -15 kPa) o sistema de irrigação por gotejamento era acionado.

Além do monitoramento feito com os tensiômetros, a lâmina de água a ser repostada ao solo também era estimada mediante o uso do atmômetro de Pichet, conforme metodologia proposta por Blanco e Folegatti (2004). Desta forma, com base na avaliação da vazão média dos gotejadores, o tempo de irrigação pôde ser calculado e controlado. Assim, o uso do atmômetro garantiu maiores respaldos à quantidade de água a ser aplicada dada pelas indicações dos tensiômetros.

3.13. Manejo da Fertirrigação

Com base na vazão média calculada de $0,90 \text{ L h}^{-1}$, estabeleceu-se um tempo de funcionamento do sistema de fertirrigação para a aplicação das dosagens do fertilizante foliar. Este tempo foi de vinte minutos, que correspondia, de acordo com a vazão, a um volume de calda de 22,00 litros aplicados para cada tratamento (três parcelas experimentais).

Primeiramente, o reservatório era completado com água até a marca de 150,00 litros. Para evitar o desperdício de fertilizante e principalmente de água, a fertirrigação era iniciada com a menor dosagem a ser aplicada. Desta

forma, ao final de cada tratamento, apenas se completava a calda com a quantidade necessária de adubo foliar para atingir a próxima dosagem superior, repondo-se também o reservatório com água, novamente, até a marca de 150,00 litros.

Antes e após cada processo de fertirrigação, o sistema era iniciado e finalizado somente com a aplicação de água por cinco minutos, como forma de estabilizar a vazão dos gotejadores e como medida preventiva de possíveis entupimentos.

Quando eram terminadas as aplicações das quatro dosagens, a caixa d'água era totalmente lavada visando não deixar resquícios de produtos químicos para as futuras irrigações e fertirrigações.

3.14. Pulverização Foliar

Como dito anteriormente, a pulverização foliar foi feita tanto para as quatro dosagens do fertilizante Apport que compunham os tratamentos principais, quanto para as duas testemunhas adicionais.

Utilizou-se, para as aplicações, um pulverizador costal da marca GUARANI SP-20, com capacidade de 20,00 litros. Em cada pulverização, para cada tratamento, foram utilizados sete litros de calda.

3.15. Colheita

A colheita foi realizada cerca de cinquenta dias após o transplante, quando as plantas apresentavam o máximo crescimento vegetativo. As seis plantas de alface da área útil de cada parcela foram colhidas no mesmo período do dia (primeiras horas da manhã), cortando-as na região rente ao nível do solo, isto é, na base do caule, e alocando-as em recipientes plásticos identificados com cada tratamento e sua devida repetição.

Logo após a colheita, as plantas foram levadas a um laboratório, que estava com a temperatura controlada, para análise dos componentes de produção.

3.16. Avaliação dos Componentes de Produção

Após o término/colheita do experimento, as seguintes características da cultura foram avaliadas: massa fresca comercial da parte aérea (MF CPA), número de folhas comerciais e/ou aproveitáveis (NFC) e massa seca comercial da parte aérea (MSC PA).

3.16.1. Massa Fresca Comercial da Parte Aérea (g)

Primeiramente, todas as folhas que não tinham valor comercial, isto é, aquelas que estavam deterioradas, e/ou manchadas, e/ou danificadas, eram retiradas e descartadas.

Após esse procedimento inicial, as alfaces eram pesadas, tratamento por tratamento com suas devidas repetições, em uma balança digital de precisão (0,01 g), para obtenção dos valores, em gramas, da massa fresca comercial.

3.16.2. Número de Folhas Comerciais

Após a colheita e a pesagem da massa fresca comercial, as plantas foram desfolhadas e o número de folhas aproveitáveis foi contado a partir da primeira folha comercial, isto é, aquela que apresentava as condições mínimas de ser utilizada pelo consumidor final.

As folhas inferiores a 4,00 cm de tamanho (largura) não foram consideradas.

3.16.3. Massa Seca Comercial da Parte Aérea (g)

Realizado a pesagem da massa fresca comercial da parte aérea e determinado o número de folhas comerciais, acondicionou-se as mesmas em sacos de papel que foram identificados e colocados para secar em estufa de circulação mecânica forçada de ar, a uma temperatura de 65° C, até que as amostras atingissem peso constante.

Posteriormente, foram realizadas as pesagens da massa seca comercial da parte aérea, na mesma balança de precisão em que foi determinada a massa fresca comercial, tendo os valores também sido anotados em gramas.

3.17. Análises Estatísticas dos Dados

Inicialmente, os dados experimentais foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965) ($P > 0,01$) e de Levene (BOX, 1953) ($P > 0,01$), para verificação da normalidade e homocedasticidade residuais, respectivamente, mediante emprego do *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Posteriormente, havendo atendimento a essas pressuposições, realizou-se a análise de variância para as médias dos tratamentos ($P < 0,05$) (STEEL e TORRIE, 1960), através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

O que vale destacar é que, quando um pesquisador faz a opção de trabalhar com um esquema fatorial em seu experimento, o mesmo espera que os fatores estudados interajam entre si, ou seja, proporcionem um efeito/resultado conjunto sobre as variáveis respostas avaliadas. Por isso é que, nas análises de variância deste trabalho, focar-se-á na interação entre os fatores estudados, que, neste caso, são doses de fertilizante foliar e suas formas de aplicação. Desta forma, procederam-se os desdobramentos que se mostraram necessários, independentemente da interação entre os fatores ter sido significativa ou não.

Adotou-se este procedimento com esses critérios, pois a análise de variância - ANAVA - apresenta um Teste F médio, global, e, muitas vezes, embora a interação seja não significativa, nos desdobramentos de um fator dentro do outro, pode ser detectada significância, o que proporciona resultados importantes do ponto de vista prático.

O estudo do desdobramento das doses do fertilizante foi efetuado mediante emprego da análise de regressão polinomial ($P < 0,05$) e o estudo do efeito das formas de aplicação foi feito por meio do próprio Teste F, pois como se trata de duas formas de aplicação, o resultado do Teste F já é conclusivo

(pois com duas formas de aplicação, o número de graus de liberdade é igual a um), bastando-se, portanto, concluir direto sobre as médias das características.

Se nenhum desdobramento for significativo, as interpretações e os resultados serão avaliados e analisados mediante observação dos efeitos isolados de cada fator, pois eles agirão independente um do outro sobre as variáveis respostas trabalhadas.

Para as testemunhas adicionais, seguiu-se a mesma avaliação do estudo das formas de aplicação, isto é, utilizou-se o próprio Teste F, que como descrito anteriormente, também é conclusivo, pois se trata de duas testemunhas.

Para o contraste fatorial versus testemunhas, em caso de significância, aplicou-se o Teste Dunnett ($P < 0,05$) para cada testemunha, confrontando-as individualmente com os tratamentos principais (DUNNETT, 1955 e 1964).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Massa Fresca Comercial da Parte Aérea

De acordo com os resultados encontrados na análise de variância, para a variável resposta massa fresca comercial da parte aérea - MFCPA, não se observou, estatisticamente, significância na interação dose*forma (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância referente à produção de MFCPA (g) de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	p - valor
(TRAT)	(9)	(69281,65)	(7697,96)	(5,06**)	
DOSE (D)	3	23463,80	7821,27	5,14**	
FORMA (F)	1	32955,23	32955,23	21,65**	
DOSE*FORMA	3	4165,06	1388,35	0,91	
(DOSE/F1)	(3)	(4796,13)	(1598,71)	(0,41)	(0,747)
b1	1	3632,26	3632,26	0,93	0,346
b2	1	6,41	6,41	0,00	0,968
Desvio	1	1157,47	1157,47	0,30	0,592
(DOSE/F2)	(3)	(22832,72)	(7610,91)	(1,95)	(0,152)
b1	1	21451,02	21451,02	5,50*	0,029
b2	1	900,32	900,32	0,23	0,636
Desvio	1	481,38	481,38	0,12	0,729
FORMA/D1	1	2386,82	2386,82	0,61	0,443
FORMA/D2	1	5133,38	5133,38	1,32	0,265
FORMA/D3	1	12497,14	12497,14	3,21	0,089
FORMA/D4	1	17102,95	17102,95	4,39*	0,049
TEST	1	8689,86	8689,86	5,71*	
FATORIAL vs TEST	1	7,70	7,70	0,01	
ERRO	20	30443,38	1522,17		
TOTAL CORRIGIDO	29	99725,03			
CV(%)	24,86				
MÉDIA GERAL	156,90				

* Significativo (P<0,05) pelo Teste F. ** Significativo (P<0,01) pelo Teste F.

Mesmo sendo independentes para a variável resposta em questão, ou seja, interação não significativa para as fontes de variação doses de Apport e

formas de aplicação do produto, optou-se por um estudo mais detalhado a partir do desdobramento e análise do comportamento de um fator dentro de cada nível do outro fator, para buscar as reais causas de aceitação da hipótese de que não há interação entre os fatores na característica estudada, ou para encontrar possíveis interações que viessem a ser significativas. Se ainda assim nos desdobramentos não for encontrada interação significativa, parte-se, portanto, para a análise dos fatores individuais.

Desta forma, na análise do desdobramento das doses do produto dentro da forma de aplicação dois (pulverização foliar), a produção de MFCPA apresentou efeito significativo, como pode ser visto na Tabela 3. O modelo polinomial que melhor se ajustou ao comportamento desta variável, em função das doses do fertilizante Apport, foi o linear decrescente (Figura 1).

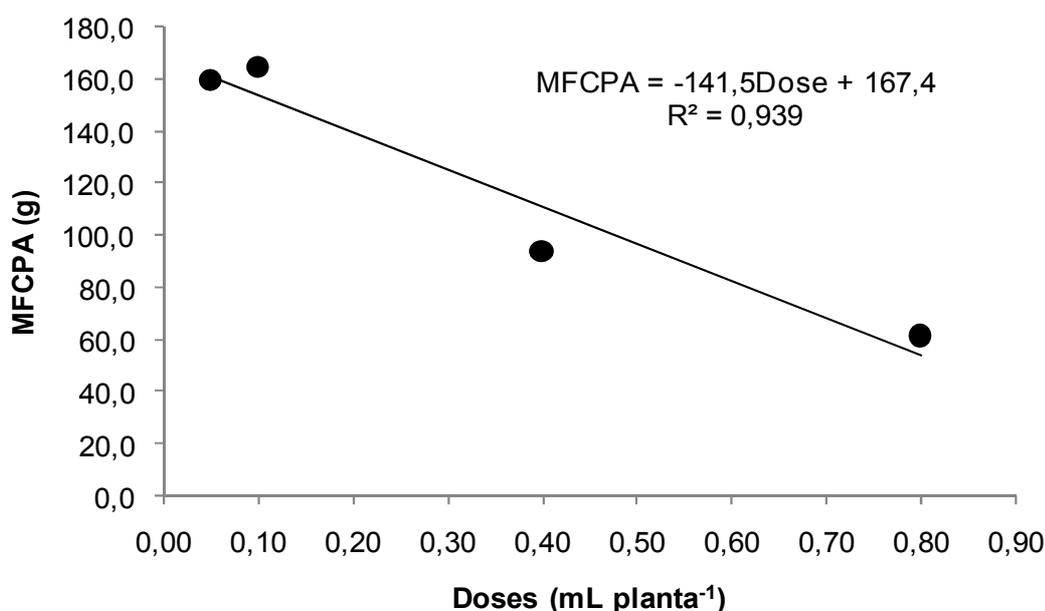


Figura 1: Massa Fresca Comercial da Parte Aérea de plantas de alface, cv. Vera, em função das doses do fertilizante Apport, aplicado via pulverização foliar. Maringá, PR, 2012.

Observou-se um decréscimo de 14,15 g na MFCPA a cada aumento de 0,10 mL planta⁻¹ na dose do produto. Acredita-se que esse efeito tenha ocorrido pelo fato da maior dose (dose quatro) ter causado fitotoxicidade nas plantas, uma vez que a concentração de sais nas folhas aumentou. Com isso, a área foliar e a produção diminuíram.

De acordo com Faquin (2004), a maioria dos nutrientes presentes no produto Apport, é classificada como imóveis e parcialmente imóveis. Isto faz com que, quando aplicados via foliar e em doses mais elevadas, ocorra uma concentração desses minerais de maneira exagerada, acarretando, assim, em sintomas de fitotoxicidade nas folhas de alface.

Cermeño (1990) apud Gervásio et al. (2000) relataram que houve formação de cabeças de alface pouco consistentes, quando a cultura foi submetida a estresse salino via foliar, o que proporcionou menores produções de massa fresca.

Trabalhos de Prado (2008) corroboram os resultados encontrados por Faquin (2004) e Gervásio et al. (2000), pois, de acordo com o referido autor, a alta concentração de cobre apresentada pelo Apport e o acúmulo desse micronutriente em plantas, causa fitotoxicidade, de maneira que o primeiro sintoma é a redução do crescimento. Assim, o decréscimo na produção e na massa fresca da parte aérea, constatado no presente trabalho, pode ser explicado pela presença desse elemento no fertilizante estudado (Apport) e pela utilização de dosagens mais altas do mesmo (dose quatro).

Portanto, constatou-se que, neste estudo, seria ideal a utilização de um intervalo com os valores das dosagens menores, para que não ocorresse esse efeito maléfico sobre as plantas.

Conforme Damatto Junior et al. (2006), que realizaram trabalhos com alface utilizando adubação com biofertilizantes, à medida que se aumenta a quantidade de biofertilizante aplicado, a massa fresca das plantas sofre uma redução, mostrando que doses elevadas do produto podem causar efeitos negativos na produção da cultura. Entretanto, Veronka et al. (2008) também trabalhando com a aplicação de biofertilizantes na cultura da alface, cultivar Vera, não observaram efeito significativo do produto nas características de crescimento, desenvolvimento e produção.

Vale destacar, também, que há o efeito da umidade sobre a absorção foliar de nutrientes. Este deve ser considerado sob dois aspectos: a umidade atmosférica e a umidade do solo. Se a umidade relativa do ar for muito baixa, haverá grande transpiração (desde que o solo esteja bem úmido), e a solução aplicada secará muito depressa, o que pode prejudicar a absorção, causando queima nas folhas. Por outro lado, há indicações de que películas de umidade

formadas na superfície foliar, à custa da transpiração, parecem ser mais importantes para a absorção do que a água propriamente aplicada na pulverização (MALAVOLTA, 1980; BURKHARDT e EIDEN, 1994).

A situação descrita no parágrafo anterior, referente à umidade, vai de encontro direto com o presente trabalho, pois a cultura da alface foi cultivada em ambiente protegido, onde a umidade relativa do ar costuma ser baixa. Além disto, o solo em que o experimento estava instalado era irrigado adequadamente. Desta forma, é provável que a taxa de transpiração tenha sido alta e o processo de secagem da solução rápido, o que pode ter causado fitotoxicidade.

Yuri et al. (2003) e Bébé et al. (2004), por sua vez, encontraram resultados contrários aos deste trabalho. Os autores citados, trabalhando com aplicações de zinco em alface, sob cultivo de inverno, obtiveram maior produção de massa fresca total e, conseqüentemente, massa fresca comercial, com o aumento linear das doses desse nutriente.

Quanto ao desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem, houve efeito significativo para a dose quatro (maior dose), em que, estatisticamente, a fertirrigação e a pulverização foliar diferiram na produção de MF CPA. Logo, como o Teste F é conclusivo, observou-se as médias dos tratamentos para se saber qual forma de aplicação foi a melhor.

Tabela 4: Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a produção de MF CPA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Fertirrigação	199,00 a	222,72 a	185,11 a	168,11 a
Pulveriz. Foliar	159,11 a	164,22 a	93,83 a	61,33 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

Na Tabela 4, pode-se observar que, para a dosagem de maior valor ($0,8 \text{ mL planta}^{-1}$), a melhor forma de aplicação foi a fertirrigação, que proporcionou uma produção de 168,11 g de MF CPA, enquanto que a pulverização foliar proporcionou apenas uma produção de 61,33 g, representando um decréscimo de 63,52% em relação ao primeiro método.

A prática da fertirrigação tem-se mostrado mais eficiente no fornecimento de nutrientes para diversas culturas olerícolas, com uma série de

vantagens sobre a forma tradicional (ALVARENGA, 1999). Com a fertirrigação, o produto é aplicado ao solo bem diluído e dissolvido via água de irrigação e de maneira gradual, não trazendo prejuízos maiores aos produtores.

Desta forma, os resultados observados na Tabela 4 podem estar associados às vantagens que a fertirrigação é capaz de proporcionar, e também ao fato de que, mesmo se trabalhando com uma dosagem elevada, na fertirrigação as plantas não tiveram problemas de fitotoxicidade, dano este causado pela aplicação foliar com uma dose semelhante.

Marsola et al. (2005) verificaram que o teor de Cu na raiz do feijoeiro foi cerca de três a dez vezes superior ao da parte aérea. Segundo relato dos mesmos autores, para a cultura da alface, há uma grande diferença entre as concentrações de Cu na parte aérea e na raiz. Isto sugere que a planta possui um mecanismo que reduz a difusão de cátions para o interior do tecido, protegendo-o de intoxicação e, conseqüentemente, de sintomas de fitotoxicidade da parte aérea.

A análise de variância também mostrou que as testemunhas adicionais um e dois foram significativas, ou seja, apresentaram-se diferentes estatisticamente entre si quanto aos seus resultados de MF CPA. Como são duas testemunhas, bastou-se, portanto, avaliar as médias encontradas, já que o Teste F também é conclusivo.

Tabela 5: Médias das testemunhas adicionais para a produção de MF CPA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.

	TEST. 1	TEST. 2
MF CPA (g)	196,00 a	119,89 b

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

Na Tabela 5, nota-se que a testemunha adicional um se mostrou superior a testemunha dois, tendo uma produção de MF CPA de 196,00 g e 119,89 g, respectivamente. Isto representa um decréscimo de 38,83% de uma para outra. Com este resultado, pode-se dizer que não há a necessidade da aplicação conjunta do produto Apport com o produto Nitromax para este caso e para as condições em que o experimento estava inserido.

Uma das explicações que pode ser dada é que a fertilidade do solo em que foi instalado o experimento era alta, conforme observado nas Tabelas 1 e 2

(pág. 23), e na análise de solo constante no apêndice. Além disto, considerando-se que a adubação foliar é mais adequada às correções pontuais e/ou específicas de deficiência nutricional, o produto Apport, aplicado juntamente com o Nitromax, ambos via foliar, não teve seu efeito maximizado ou potencializado.

4.2. Número de Folhas Comerciais

Para a variável resposta número de folhas comerciais - NFC, a análise de variância mostrou que houve interação significativa entre os fatores doses e formas de aplicação, ou seja, os fatores atuam de forma dependente um do outro sobre as plantas (Tabela 6).

Tabela 6: Análise de variância referente à produção de NFC de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	p - valor
(TRAT)	(9)	(222,73)	(24,75)	(11,73**)	
DOSE (D)	3	31,15	10,38	4,92*	
FORMA (F)	1	137,81	137,81	65,35**	
DOSE*FORMA	3	27,30	9,10	4,32*	
(DOSE/F1)	(3)	(2,02)	(0,67)	(0,07)	(0,976)
b1	1	0,03	0,03	0,00	0,954
b2	1	0,06	0,06	0,01	0,941
Desvio	1	1,93	1,93	0,20	0,663
(DOSE/F2)	(3)	(56,43)	(18,81)	(1,90)	(0,161)
b1	1	50,02	50,02	5,05*	0,036
b2	1	6,41	6,41	0,65	0,431
Desvio	1	0,00	0,00	0,00	0,997
FORMA/D1	1	5,36	5,36	0,54	0,470
FORMA/D2	1	20,79	20,79	2,10	0,163
FORMA/D3	1	57,04	57,04	5,76*	0,026
FORMA/D4	1	81,92	81,92	8,28*	0,009
TEST	1	26,04	26,04	12,35**	
FATORIAL vs TEST	1	0,43	0,43	0,20	
ERRO	20	42,18	2,11		
TOTAL CORRIGIDO	29	264,91			
CV(%)	9,62				
MÉDIA GERAL	15,10				

* Significativo (P<0,05) pelo Teste F. ** Significativo (P<0,01) pelo Teste F.

Conforme apresentado na Tabela 6, foi observada significância estatística no desdobramento das doses de fertilizante dentro da forma de aplicação dois (pulverização foliar). E o modelo polinomial que melhor se ajustou a esse desdobramento, para a variável resposta NFC, foi o linear decrescente.

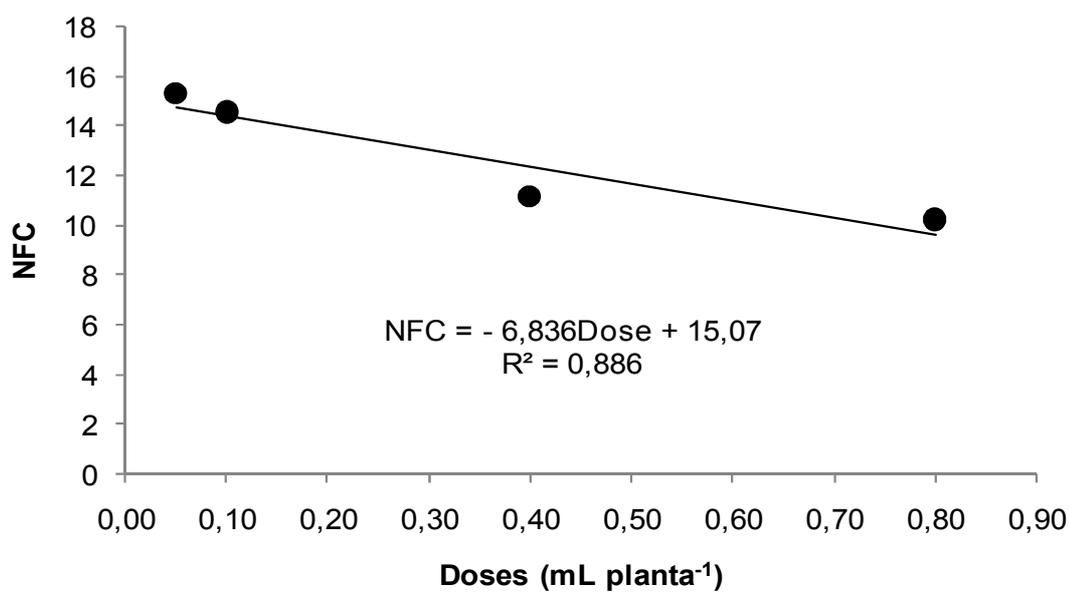


Figura 2: Número de Folhas Comerciais de plantas de alface, cv. Vera, em função das doses do fertilizante Apport, aplicado via pulverização foliar. Maringá, PR, 2012.

Como pode ser visto na Figura 2, houve um decréscimo de 0,68 folha no NFC à medida que se aumentou a dose do fertilizante Apport em 0,10 mL planta⁻¹. Isto também se deve ao fato da ocorrência dos sintomas de fitotoxicidade, como observado para MFCPA, que diminuiu a taxa de crescimento das plantas de alface, acarretando, assim, em menores números de folhas comerciais nas maiores doses do produto.

Resultado semelhante foi encontrado por Pereira et al. (2010). Segundo estes autores, com relação às doses mais elevadas de fertilizantes foliares, a concentração excessiva de nutrientes provoca um desbalanço nutricional na planta, o que colabora para um menor crescimento e, conseqüentemente, um reduzido valor de diâmetro da cabeça, número de folhas e altura de plantas de alface.

De acordo com Oliveira et al. (2004), o resultado observado por Pereira et al. (2010) é motivo de preocupação, pois, na produção de alface, o número de folhas é uma característica importante. Por exemplo, devido ao aumento do consumo de alface minimamente processada (lavada e picada), torna-se interessante a colheita de plantas de maior porte, principalmente com maior área foliar, cujo maior volume da cabeça de alface picado pode representar maior lucro ao produtor dessa hortaliça.

Os poucos trabalhos encontrados na literatura a respeito dos efeitos da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento da alface (SHANNON et al., 1983; CRAMER e SPURR, 1986; FERREIRA et al., 1998; BLANCO et al., 1999; GERVÁSIO et al., 2000) não fazem qualquer referência ao efeito dos sais sobre a emissão de folhas. Porém, todos se reportam à redução de fitomassa da parte aérea, levando a crer que também nos referidos trabalhos tenha havido redução do número de folhas com o incremento da salinidade.

Maas e Hoffman (1977) mostraram, em estudos com alfices, que altas concentrações de sais diminuem o potencial osmótico na solução do solo, o que faz reduzir a quantidade de água nas plantas, sendo que as culturas mais sensíveis (como é o caso da alface) sofrem redução progressiva nos componentes de produção na medida em que a concentração salina aumenta.

Soares (2007), trabalhando com sistema hidropônico, também verificou redução do número de folhas da alface (cv. Elba) com o aumento da salinidade da solução nutritiva.

Pereira et al. (2010) relataram que plantas de alface que receberam solução de fertilizantes foliares com maior concentração, ou seja, maior dosagem, apresentaram menores valores para as variáveis número de folhas comerciais e não comerciais e altura de planta, sendo que, o último período de crescimento e desenvolvimento da cultura foi o que promoveu a maior diferença para essas três características. Isto aparentemente demonstra que concentrações elevadas podem ter sido prejudiciais para o desenvolvimento das plantas, corroborando assim os resultados obtidos neste trabalho.

Entretanto, resultados positivos da aplicação do micronutriente molibdênio, via pulverização foliar, são relatados por Fontes et al. (1982) e Zito et al. (1994), que observaram aumento médio de 31,00% e 24,10%, respectivamente, na produção comercial de alface.

Para os desdobramentos formas de aplicação dentro de cada nível de dose, pôde-se verificar que, para as doses três e quatro, isto é, as maiores, as formas de aplicação agiram de maneira diferente uma da outra, pois o resultado encontrado pela análise de variância foi significativo (Tabela 6). Sendo o fator formas de aplicação um fator que apresenta dois níveis apenas, a Teste F é conclusivo.

Tabela 7: Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a variável NFC de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Fertirrigação	17,17 a	18,22 a	17,28 a	17,56 a
Pulveriz. Foliar	15,28 a	14,50 a	11,11 b	10,17 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

Como pode ser observado na Tabela 7, tanto para a dose três (0,4 mL planta⁻¹) quanto para a dose quatro (0,8 mL planta⁻¹) do fertilizante Apport, a melhor forma de aplicação, ou seja, aquela que proporcionou um maior NFC, foi a fertirrigação, pois as médias dos tratamentos fertirrigados superaram, estatisticamente, as médias dos tratamentos com pulverização foliar. Para a dose 3 e com o método da pulverização foliar, houve um decréscimo de 35,70% no NFC em relação à fertirrigação, enquanto que, para a dose 4, este decréscimo foi de 42,08%. Isto reforça a idéia de que as plantas de alface possuem menor sensibilidade do sistema radicular do que da parte aérea, sob condições de salinidade (CRAMER e SPURR, 1986 e SHANNON et al. 1983).

Os melhores resultados obtidos neste trabalho com a fertirrigação perante a pulverização foliar, em dosagens superiores, também pode ser explicado pelos processos de complexação dos nutrientes, que se encontram em concentrações elevadas no solo. Segundo Prasad (1995), a tolerância a metais pesados é conferida por mecanismos fisiológicos específicos, que permitem que as plantas cresçam normalmente, apesar da presença de altas concentrações de elementos potencialmente tóxicos no solo.

A absorção desses nutrientes (metais pesados) pelas raízes e o 'sequestro' dos mesmos pelas plantas é uma importante estratégia da cultura, e esse papel é exercido pelo vacúolo e por ligantes intracelulares, como as fitoquelatinas, que reduzem a toxicidade citoplasmática do metal pesado pela

complexação. Já em aplicações foliares, as elevadas concentrações de metais pesados na superfície das folhas causam ‘queimas’ nos tecidos, não dando possibilidades às plantas de tentar reverter esse cenário (PRASAD, 1995).

As testemunhas adicionais diferiram estatisticamente entre si para a variável NFC, conforme apresentado na Tabela 6. Para saber qual das duas foi melhor, analisou-se os valores de suas médias, pois o Teste F para este caso também é conclusivo.

Tabela 8: Médias das testemunhas adicionais para a variável NFC de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.

	TEST. 1	TEST. 2
MFCPA (g)	16,94 a	12,78 b

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

A Tabela 8 mostra que, para a variável NFC, a testemunha adicional um foi superior à testemunha adicional dois, ou seja, para estas condições, não se aconselha o produtor a aplicar o produto Apport junto com o fertilizante Nitromax. Apenas a adubação nitrogenada já foi suficiente para a obtenção de um maior número de folhas comerciais em relação à adubação feita com nitrogênio mais os macros e micronutrientes do fertilizante Apport.

4.3. Massa Seca Comercial da Parte Aérea

A interação entre os fatores doses de fertilizante e formas de aplicação não foi significativa para a produção de massa seca comercial da parte aérea – MSCPA, ou seja, neste caso, os fatores atuam independentemente um do outro.

Nos desdobramentos do fator dose de Apport em cada nível do fator formas de aplicação e nos desdobramentos do fator formas de aplicação em cada nível do fator doses de Apport, pôde-se constatar significância apenas em formas de aplicação dentro da maior dose do produto, como pode ser observado na Tabela 9. Isto nos indica que para a produção de MSCPA, na dosagem mais elevada do fertilizante, as formas de aplicação (fertirrigação e pulverização foliar) diferiram entre si estatisticamente.

Tabela 9: Análise de variância referente à produção de MSCPA (g) de alface, cv. Vera, e os desdobramentos dos tratamentos principais em cada respectivo nível. Maringá, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	p - valor
(TRAT)	(9)	(1364,92)	(151,66)	(2,50*)	
DOSE (D)	3	257,39	85,80	1,42	
FORMA (F)	1	483,30	483,30	7,98*	
DOSE*FORMA	3	421,91	140,64	2,32	
(DOSE/F1)	(3)	(470,21)	(156,74)	(1,81)	(0,176)
b1	1	29,02	29,02	0,34	0,569
b2	1	219,69	219,69	2,54	0,127
Desvio	1	221,50	221,50	2,56	0,126
(DOSE/F2)	(3)	(209,10)	(69,70)	(0,80)	(0,504)
b1	1	187,08	187,08	2,16	0,157
b2	1	12,96	12,96	0,15	0,703
Desvio	1	9,05	9,05	0,10	0,750
FORMA/D1	1	18,38	18,38	0,21	0,650
FORMA/D2	1	169,60	169,60	1,96	0,177
FORMA/D3	1	0,02	0,02	0,00	0,990
FORMA/D4	1	717,23	717,23	8,28*	0,009
TEST	1	156,06	156,06	2,58	
FATORIAL vs TEST	1	46,25	46,25	0,76	
ERRO	20	1211,40	60,57		
TOTAL CORRIGIDO	29	2576,32			
CV(%)	30,3				
MÉDIA GERAL	25,68				

*Significativo ($P < 0,05$) pelo Teste F.

Podemos observar na Tabela 10 qual das formas de aplicação do produto Apport, quando considerado a sua maior dosagem adotada neste trabalho, foi melhor para a produção da variável resposta em questão.

Tabela 10: Desdobramento das formas de aplicação dentro de cada dosagem para a produção de MSCPA (g) de alface, cv. Vera. Maringá, PR, 2012.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Fertirrigação	27,27 a	36,77 a	22,30 a	36,83 a
Pulveriz. Foliar	23,77 a	26,13 a	22,40 a	14,97 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

Pela observação das médias de produção de MSCPA na maior dosagem do produto ($0,8 \text{ mL planta}^{-1}$), conclui-se que a fertirrigação consiste

na melhor forma de aplicação, com uma produção de massa seca comercial 59,35% superior à da pulverização foliar (Tabela 10). Assim como para as demais características avaliadas neste trabalho, na maior dosagem do produto, a pulverização foliar causou sintomas de fitotoxicidade nas plantas, fazendo com que o ciclo de desenvolvimento da cultura fosse afetado negativamente, acarretando, portanto, em uma baixa produção de MSCPA.

A fitotoxicidade da solução utilizada parece ser um dos fatores mais limitantes na utilização da adubação foliar (MURAOKA e NEPTUNE, 1977).

De acordo com Pereira (2006), altos teores de zinco na parte aérea das plantas de alface causaram redução nas produções de matéria seca. Todas as doses aplicadas resultaram em decréscimos na produção de massa seca da parte aérea (aproximadamente 20%), ou seja, o teor naturalmente disponível no solo já era suficiente para permitir o crescimento e desenvolvimento das plantas. As maiores produções de massa seca coincidiram com a presença dos menores teores de metais na parte aérea das plantas de alface.

Diferentemente de Pereira (2006), MOREIRA et al. (2001) relataram um efeito positivo na área foliar e na massa seca da alface mediante a utilização da técnica de adubação foliar com zinco associado ao fósforo, em casa de vegetação. Entretanto, Zink (1966) não encontrou efeito significativo das aplicações de zinco via foliar na cultura de alface.

Em trabalhos de hidroponia, com relação à matéria seca da parte aérea, constatou-se redução significativa dessa característica com o aumento da salinidade da solução nutritiva (DIAS et al., 2011).

Ao estudar biofertilizantes, Pereira et al. (2010) demonstraram que soluções com elevadas concentrações de sais (30%) conduzem a menores valores de massa seca de alface (6,70 g) do que quando não há aplicação do fertilizante biológico (6,90 g).

5. CONCLUSÕES

Conforme os dados obtidos e, de acordo com as análises estatísticas que foram feitas para as variáveis respostas avaliadas neste presente trabalho, pôde-se concluir que:

- O fertilizante foliar Apport pode ser utilizado para aplicações via fertirrigação;
- A pulverização foliar proporcionou resultados inferiores à técnica da fertirrigação para todas as características estudadas quando aplicada a maior dosagem do produto (0,80 mL planta⁻¹);
- Para a variável número de folhas comerciais, a pulverização foliar proporcionou resultados inferiores à técnica da fertirrigação quando aplicadas as dosagens 0,40 mL planta⁻¹ (dose três) e 0,80 mL planta⁻¹ (dose quatro);
- O uso de doses crescentes de Apport via pulverização foliar acarreta decréscimos lineares da massa fresca comercial da parte aérea e do número de folhas comerciais de alface, devido à ocorrência de fitotoxicidade por parte das plantas;
- A aplicação foliar somente de nitrogênio, mediante uso de Nitromax, é suficiente para gerar uma resposta superior da alface, no que diz respeito à massa fresca comercial da parte aérea e número de folhas comerciais, quando comparada à aplicação foliar conjunta de Nitromax e Apport.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; FERREIRA, M. E.; BORKERT, C. M. **Disponibilidade a avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre.** In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; Van RAIJ, B.; ABREU, C. A. (eds.) **Micronutrientes tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 600 p. 2001.

ADFOLIAR. **Apostila de Adubação Foliar.** Adfoliar.doc. UFU - MG. 1995.

ALEXANDER, M. **Nitrification.** In: BARTHOLOMEN, W. V.; CLARK, F. E. (Ed.). **Soil nitrogen.** Madison: American Society of Agronomy, p. 307 - 343. 1965.

ALMANAQUE DO CAMPO. **Alface.** Disponível em: <<http://www.almanaque.docampo.com.br/verbete/exibir/111>>. Acesso em: 15 de Setembro de 2012.

ALVARENGA, M. **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, 117 p. (Tese de Doutorado). 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS – **ABCSEM: Dados Socioeconômicos da Cadeia Produtiva de Hortaliças no Brasil.** Relatório elaborado pelos integrantes da Câmara Setorial de Hortaliças, Cebola e Alho, 2011. Disponível em: <http://www.codeagro.sp.gov.br/camaras/as_camaras/hortaliças_cebola_e_alho/>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2013.

AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M .M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. **Influencia de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em sistema de irrigação por aspersão de alta pressão.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental. Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 152 - 158. 2000.

BEBÉ, F. V; MATSUMOTO, A. S.; FONTES, P. C. R.; MOREIRA, M. A.; PIMENTEL, C. A. S.; RIBEIRO, M. S.; CRUZ, D. S.; FERRAZ, S. C. N. **Crescimento e produtividade de alface, influenciados pela aplicação de fósforo no solo e de zinco via foliar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44°, Campo Grande - MS, 2004. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 2, Suplemento 2. CD - ROM. Julho 2004.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 4. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 488 p. 1986.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** Viçosa: UFV, 625 p. 2006.

- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. **Evaluation of evaporation-measuring equipments for estimating evapotranspiration within a greenhouse.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, n. 2 - 3, p. 184 - 188. 2004.
- BLANCO, F. F.; MEDEIROS, J. F.; FOLEGATTI, M. V. **Produção da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambiente protegido sob condições salinas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. Anais. CD - ROM. Pelotas: SBEA, 1999.
- BOX, G.E.P. **Non-normality and tests on variances.** Biometrika, London, v. 40, p. 318 - 335. 1953.
- BRALTS, V. F.; EDWARD, D. M.; WU, I. P. **Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept.** In: HILLEL, D. (Ed). **Advances in irrigation.** Orlando: Academic Press, v. 4, p. 67 - 117. 1987.
- BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido.** Lavras: UFLA, 54 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia). 1998.
- BURKHARDT, J. EIDEN, R. **Thin water films on coniferous needles.** Atmosphere Environment 28, 2001 - 2017. 1994.
- CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. **Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants.** Journal of Plant Physiology, Jena, v. 132, n. 3, p. 356 - 361. 1988.
- CAMARGO FILHO W. P.; MAZZEI A. R. **Mercado de verduras: planejamento e estratégia na comercialização.** Informações Econômicas 31: p. 45 - 54. 2001.
- CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo.** 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 252 p. 1992.
- CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar.** São Paulo: Herba, 256 p. 1990.
- CAÑIZARES, K. A.; COSTA, P. C.; GOTO, R.; VIEIRA, A. R. M. **Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 227 - 229. 2002.
- CERMEÑO, Z. S. **Estufas: instalações e manejo.** Lisboa: Litexa. 355 p. 1990.
- CORTEZ, G. E. P. **Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes.** 1999. 75 f. Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

COSTA C. P; SALA F. C. **A evolução da alface cultura brasileira.** Horticultura Brasileira 23: 1 (artigo de capa). 2005.

CRAMER, G. R.; SPURR, A. S. **Responses of lettuce to salinity. I. Effects of NaCl and Na₂SO₄ on growth.** Journal of Plant Nutrition, New York, v. 9, n. 2, p.115 - 130. 1986.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; BUENO, O. de. C.; SIMON, E. J. **Doses de biofertilizantes na produção de alface.** Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP. Fazenda Experimental de Lageado. 2006.

DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F. **Índices morfofisiológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 27 - 31. 1998.

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

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S.; KIKUCHI, M. **Vera: Nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro.** Horticultura Brasileira, v. 17, n. 2, p. 171. 1999.

DIAS, N. S.; NETO, O. N. de S.; COSME, C. R.; JALES, A. G. de O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. de. **Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 10, p. 991 - 995. 2011.

DUARTE, R. L. R.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Avaliação de cultivares de alface nos períodos chuvosos e secos em Teresina/PI.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 10, n. 2, p. 106 - 108. 1992.

DUNNETT, C. W. **A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control.** Journal of the American Statistical Association, Alexandria, v. 50, n. 272, p. 1096 - 1121. 1955.

DUNNETT, C. W. **A new table for multiple comparisons with control.** Biometrics, Washington, v. 20, n. 3, p. 482 - 491. 1964.

ECHER, M. M.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D.; BRAGA, J. S.; TESSARIOLI NETO, J. **Efeito de três substratos e dois recipientes na produção de mudas de beterraba.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, suplemento, p. 509 - 511. 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **EMBRAPA Clima Temperado: Sistema de Produção do Morango.** Sistemas de Produção 5. Versão Eletrônica. Novembro de 2005. Disponível em:

<<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/morango/cap10.htm>>. Acesso em: 18 de Setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **EMBRAPA Hortaliças: Alface**. Distrito Federal, 2012. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/alface.htm>. Acesso em: 11 de Setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **EMBRAPA Hortaliças: Alface. Comunicado Técnico 75**. Distrito Federal, 2009. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2009/cot_75.pdf>. Acesso em: 15 de Setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **EMBRAPA Solos: Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006.

FAHL, J. L.; CAMARGO, M. B. P. C.; PIZZINATO, M. A. (Ed). **Instrumentos agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6 ed. Campinas: IAC, p. 173 - 174: Alface. (Boletim Técnico, IAC). 1998.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL - FAEPE, 277 p. 1994.

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

FAQUIN, V. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, FAEPE, 88 p. 2004.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 50 p. 1996.

FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. **Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações**. Scientia Agricola, v. 58, n. 2, p. 427 – 430. Abril - Junho. 2001.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 63 p. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvarmanual.pdf>>. Acesso em: 22 Outubro de 2012.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Piracicaba - SP, 1993.

FERREIRA, Y. R. P.; DUARTE, S. N.; MIRANDA, J. H.; MEDEIROS, J. F. **Efeito da salinidade de água de irrigação e da lâmina de lixiviação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em vasos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas. Anais. Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 106 - 108. 1998.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa. 2ª ed., UFV, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa/MG: UFV, 421 p. 2008.

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

FREIRE, G. F. D; LUZ, J. M. Q; CARREON, R; SILVA, M. A. D. da; CASSIANO, C. V; ANDRADE, L. V. de. **Produção de Mudas de Alface, cv. Vera, com Aplicação Foliar de Produtos Organo-Líquido-Minerais**. UFU - Instituto de Ciências Agrárias. 2004.

FONTES P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV. 486 p. 2005.

FONTES, R. R.; LIMA, J. A.; TORRES, A. C.; CARRIJO, O. A. **Efeito da aplicação de Mg, B, Zn e Mo na produção de alface**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171 - 175. 1982.

FURLANI, P. R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 18 p. 1995.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R.; GALLO, J. R. **Composição mineral de diversas hortaliças**. Bragantia, Campinas, v. 37, p. 33 - 37. 1978.

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; MINAMI, K.; DECHEN, A. R. **Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes pela alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clausess Aurélia**. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, v. 39, n. 1, p. 455 - 484. 1982.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. **Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 4, n. 1, p. 125 - 128. 2000.

GODOY, H.; CORREA, A. R.; SANTOS, D. **Clima do Paraná**. In: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná. **Manual agropecuário para o Paraná**. p. 17 - 36. 1976.

GOMES, T. M.; BOTREL, T. A.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, R. F. **Aplicação de doses de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 2, p. 316 - 319. Abr - Jun 2005.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C. da; FAQUIN, V. **Recomendações de adubação em ambientes protegidos** In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. In: TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. São Paulo: UNESP, p. 15 - 30. 1998.

GREWAL, H.S.; ZHONGGU, L.; GRANHAN, R.D. **Influence of subsoil zinc on dry matter production, seed yield and distribution of zinc in oilseed rape genotypes differing in zinc efficiency**. Plant and Soil, Dordrecht, v. 192, n. 2, p.181 - 189. 1997.

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

HERNANDEZ, F. B. T. **Potencialidades da fertirrigação**. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Potafós, p. 215 - 225. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 12 de Setembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA (HORTIBRASIL). **Normas de Classificação: Alface**. 2009. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/classificacao/alface/alface.html>>. Acesso em: 12 de Janeiro de 2013.

JOLLIET, O. **Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses**. Journal of Agricultural Engineering Resouces, v. 58, p. 23 - 37. 1994.

JONES, H. G. **Plants and microclimate**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 428 p. 1992.

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, 60 p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola). 1992.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, p. 141 - 148. 1993.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: SIMPOSIO SOBRE NÚTRICÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. POTAFOS, 1993.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 133 p. 1975.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE, v. 17, p. 678 - 684. 1974.

LOPES A. S.; GUIDOLIN J. A. **Adubação Foliar**. Campinas: IAC. 145 p. 1989.

LUZ J. M. Q; OLIVEIRA G; QUEIROZ A. A; CARREON R. **Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface**. Horticultura Brasileira 28: 373 - 377. 2010.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. **Crop salt tolerance: evaluation of existing date**. In: PRECEEDING INTERNATIONAL SALITY CONFERENCE, 1977. Lubbock: Texas Tech, University; p. 187 - 198. 1977.

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

MALAVOLTA, E.; ROMERO. J. P. **Manual de adubação**. 2 ed. São Paulo - SP: ANDA, p. 193 - 200. 1975.

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

MAROTO-BORREGO, J. V. **Horticultura: herbácea especial**. 2. ed. Madri: Mundi - Prensa, 590 p. 1986.

MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. **Acumulação do cobre e zinco em tecidos de feijoeiro em relação com o extraído do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 1, p. 92 - 98. 2005.

MEDINA, P. V. L.; SILVA, V. F. da; CARDOSO, A. A. CAMPOS, J. P. de. **Perda na qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) durante o armazenamento. I. Relação entre as mudanças metabólicas**. Revista Ceres, Viçosa, v. 29, n. 163, p. 259 - 267. Maio - Jun. 1982.

MEIRELLES, J. C. S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti. (Folders). 1998.

MINAMI, K. **Nutrição e adubação da cultura do tomate**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 26. Salvador, 1986. Anais. Salvador: EMATER/BA, p. 1 - 16. 1986.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C. A; ODENATH-PENHA, L. A. **Teor de nitrato nas folhas de alface produzidas em cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. *Agroecologia Hoje*, Botucatu, Ano II, v. 7, p. 23, Fev - Mar, 2001.

- MOREIRA, M. M.; FONTES, P. C. R.; CAMARGOS, M. I. **Interação entre zinco e fósforo em solução nutritiva influenciando o crescimento e a produtividade da alface.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 6, p. 903 - 909. Jun. 2001.
- MOTA, J. H.; YURI, J. E.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES, J. C.; RESENDE, G. M. de.; SOUZA, R. J. de. **Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 234 - 237. 2003.
- MURAOKA, T., NEPTUNE, A. M. L. **Effect of day time on foliar spraying of several levels of nitrogen fertilizers, NPKS solutions and its components on common bean leaves.** Anais da ESALQ, v. 34; p. 493 - 495. 1977.
- OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; VASCONCELLOS, L. A. B. C. **Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandejas.** *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 261 - 266. 1993.
- OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. **Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico.** *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 211 - 217. 2004.
- OSAKI, F. **Calagem e Adubação.** Curitiba, p. 521. 1990.
- PEREIRA, J. M. N. **Doses de Cd, Pb, Cu, Zn e Ni em LATOSSOLOS: efeitos no solo e em plantas de alface e feijão.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa. 2006.
- PEREIRA, M. A. B.; SILVA, J. C. da; MATA, J. F. da; SILVA, J. C. da; FREITAS, G. A. de; SANTOS, L. B. dos; NASCIMENTO, I. R. do. **Uso de biofertilizante foliar em adubação de cobertura da alface cv. Verônica.** Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia; v. 3 n. 2; Mai - Ago 2010.
- POMPA, P. G. **La tecnica y la tecnologia del riego por aspersion.** Madrid: Ministerio de Agricultura, 385 p. 1974.
- PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas.** Jaboticabal: UNESP, 401 p. 2008.
- PRASAD, M. N. V. **Inhibition of maize leaf chlorophyllis, carotenoids and gas exchange functions by cadmium.** *Photosynthetica*, v. 31, n. 4, p. 635 - 640. 1995.
- PURQUERIO, L. F. V.; GOTO, R. **Doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas sobre a cultura da rúcula, em campo e ambiente protegido.** In: Anais do Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 5. Congresso Iberoamericano de Ciências Hortícolas, 4. Porto: Actas Portuguesas de Horticultura, n. 5, v. 1, Maio, 2005.

- PURQUERIO, L. F. V.; GOTO, R.; DEMANT, L. A. R. **Produção de rúcula cultivada com diferentes doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas em campo e ambiente protegido no inverno.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. Horticultura Brasileira, v. 23, Agosto. Suplemento CD - ROM. 2005.
- PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido.** Centro de Horticultura IAC; Set. 2006.
- RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. **Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 2, p. 178 - 181. 2004.
- RAPOSO, J. R. **A rega por aspersão.** Lisboa: Clássica, 339 p. 1979.
- RODRIGUES, A. B.; MARTINS, M. I. E. G.; ARAÚJO, J. C. C. **Avaliação econômica da produção de alface em estufa.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 27 - 33. 1997.
- RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de Cultivo Hidropônico e de Controle Ambiental no Manejo de Pragas, Doenças e Nutrição Vegetal em Ambiente Protegido.** Jaboticabal: FUNEP - UNESP, 762 p. 2002.
- SALA F. C.; COSTA C. P. **'Pira Roxa': cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa.** Horticultura Brasileira 23: 158 - 159. 2005.
- SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP).** Dissertação de Mestrado. UNESP - Jaboticabal, 2007.
- SANTOS, H. S. **Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção de alface da alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javânica*.** Lavras: UFLA, 88 p. (Tese de Doutorado em Fitotecnia). 1995.
- SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de; WREGGE, M. S.. **Sistema de produção do morango: Irrigação e fertirrigação.** EMBRAPA Clima Temperado; Sistema de Produção 5; Versão Eletrônica; Nov. 2005.
- SANTOS, R. H. S. **Crescimento, produção e qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada com composto orgânico.** Viçosa - MG: UFV (Tese de Mestrado), 2001.
- SEGOVIA, J. F. O. **Influência da proteção ambiental de uma estufa de polietileno transparente sobre o crescimento da alface.** Santa Maria: UFSM, 74p. (Tese Mestrado em Produção Vegetal). 1991.
- SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. **Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa***

L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37 - 41. 1997.

SGANZERLA, F. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos.** 2 ed. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 303 p. 1991.

SHANNON, M. C.; MCCREIGHT, J. D.; DRAPER, J. H. **Screening test for salt tolerance in lettuce.** *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vermon, v. 108, n. 2, p. 225 - 230. 1983.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete samples).** *Biometrika*, London, v. 52, p. 591 - 611. 1965.

SHEAR, C. B. **Calcium related disorders of fruits and vegetables.** *Horticultural Science*, Alexandria, v. 10, n. 4, p. 361 - 365. 1975.

SILVA, E. C. da; LEAL, N. R. **Manejo de estufas.** Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. 17 p. (Boletim Técnico, 2). 1997 a.

SILVA, E. C. da; LEAL, N. R. **Recomendações práticas para construção de estufas na região Norte Fluminense.** Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. 17 p. (Boletim Técnico, 1). 1997 b.

SOARES, T. M. **Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro.** Piracicaba: ESALQ/USP. 268 p. Tese Doutorado. 2007.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. **Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754 - 757. Jul - Set 2005.

SOUSA J. L.; RESENDE P. **Manual de Horticultura Orgânica.** Viçosa: Aprenda Fácil. 560 p. 2003.

STANGUELLINI, C. **Água de riego: uso, eficiencia y economia.** In: MILLAGROS, F. F.; PILAR, L. M.; CUADRADO GÓMEZ, I. (Ed). **Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos.** Almeria, F.I.A.P.A. p. 25 - 36. 2003.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics.** New York: Mc Graw - Hill, 481 p. 1960.

TAKAZAKI, P. E.; DELLA VECCHIA, P. T. **Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido.** In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: Potafós, p. 481 - 487. 1993.

- TERRA, S. B.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H. S.; DUARTE, G. B. **Exportação de macronutrientes em alface cultivada no outono-inverno e na primavera com adubação orgânica em ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, supl. CD - ROM. Julho de 2001.
- TIBBITS, T. W.; BOTTEMBERG, G. **Growth of lettuce under controlled humidity levels.** *Journal of the American Society of Horticultural Science.* Mount Vernon, v. 101, n. 1, p. 70 - 73, 1976.
- TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob ambiente protegido.** Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo: Codeagro, 2006. p. 15 - 29. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 de Junho de 2012.
- TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. **Avaliação de substratos para produção de mudas de alface.** Horticultura Brasileira, v. 25, n. 2, p. 256 - 260. 2007.
- TRANI, P. E.; NOVO, M. do C. de S. S.; CAVALLARO JÚNIOR. M. L.; GONÇALVES, C.; MAGGIO, M. A.; GIUSTO, A. B.; VAILATI, M. L. **Desempenho de cultivares de alface sob cultivo protegido.** Revista Bragantia, vol. 65 n. 3. Campinas/SP. 2006.
- TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; AZEVEDO FILHO, J. A. **Hortaliças: Alface (*Lactuca sativa* L.). Instituto Agrônomo – IAC: Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Horticultura.** Texto extraído do Boletim Técnico 200, IAC. 2005. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br /Tecnologias/Alface/ Alface.htm](http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Alface/Alface.htm)>. Acesso em: 08 de Setembro de 2012.
- VERDADE, S. B.; BOLONHEZI, D.; FERREIRA, W. M.; MACHADO NETO, J. G. **Consumo de água hidropônica cultivada em estufa convencional e climatizada.** In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. Ribeirão Preto. Resumos. CD - ROM. 2006.
- VERDADE, S. B.; BOLONHEZI, D.; FURLANI, P. R.; OLIVEIRA, M. V. **Estimativa de consumo de água e extração de nutrientes em cultivares de alface no sistema hidropônico NFT.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto. Anais. CD - ROM. 2003.
- VERONKA, D. A.; FORTUNATO, C. B.; COLA, C. H.; RODRIGUES, A. P. D. C.; LAURA, V. A.; PEDRINHO, D. R.. **Efeito do biofertilizante no crescimento e na produção de alface.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. Resumos, Maringá: sob CD - ROM. 2008.
- VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. **Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo.** Ceres, v. 42, n. 239, p. 80 - 88, 1995.

VIEIRA, V. C. R.; CURY, D. M. L. **Graus-dias na cultura do arroz.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba-SP, 1997, Anais. Piracicaba: SBA, p. 47 - 49. 1997.

VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; VITTI, G. C. **Aspectos da fertirrigação** In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Coord.). **Fertilizantes fluidos.** Piracicaba: Potafós, p. 283 - 308. 1994.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A.; SOUZA, K. J.; RODRIGUES, R. C.; SOUSA, A. M. G. **Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 4, p. 393 - 397, 2007.

WEIR, R. G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders vegetable crops.** Sydney: Inkata Press, 105 p. 1993.

WELCH, R. M.; NORVELL, W. A. **Growth and nutrient uptake of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Herta): studies using a N-(2-hydroxyethyl) ethylenedinitrioltriacetic acid-buffered nutrient solution technique. 1. Role of zinc in the uptake and root leakage of mineral nutrients.** Plant Physiology, Rockville, v. 101, n. 2, p. 627 - 631. 1993.

WIERSMA, J. L. **Sprinkler irrigation system + fertilizer = fertirrigation.** Farmer & Home, South Dakota Research, v. 20, n. 1, p. 5 - 8, Jan. 1969.

WILCOX, J. C.; SWAILES, G. E. **Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers.** Scientific Agricultural, v. 27, p. 565 - 583. 1947.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. **Resposta da alface americana (*Lactuca sativa* L.) a doses e épocas de aplicação silicato de potássio em cultivo de inverno.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, Recife - PE, 2003. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2. Suplemento, CD - ROM. Julho 2003.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de. **Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 1, p. 127 - 130. Jan - Mar 2004.

ZINK, F. W. **The response of head lettuce to soil application of zinc.** Proceedings of the American Society of Horticultural Science. Beltsville, 89: 406 - 14. 1966.

ZITO, R. K.; FRONZA, V.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. **Fontes de nutrientes, relações nitrato: amônio e molibdênio, em alface (*Lactuca sativa* L.) produzida em meio hidropônico.** Revista Ceres, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 419 - 430. 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE A: Análise de Solo



LABORATÓRIO RURAL DE MARINGÁ
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

PARQUE DE EXPOSIÇÕES FRANCISCO FEIO HERBÉRIO
AV. COLOMBO, 2188 - FONE: (41) 3225-8499 - FAX: 3225-4370
CEP 87045-000 - MARINGÁ - ESTADO DO PARANÁ
e-mail: labrural@lrm.com.br - site: www.laboratorio rural.com.br
CNPJ 01.810.047/0001-93

SOLICITANTE: _____
 PROPRIETÁRIO: **RAFAEL VERRI TAVORE**
 PROPRIEDADE: **UEM**
 MUNICÍPIO: **MARINGÁ** ESTADO: **PR**
 LOCALIDADE: **CENTRO TECNICO DE IRRIGAÇÃO**
 PROC. ANALÍTICO Nº: **2044** AMOSTRA Nº: **1** ENTRADA: **27/3/2012** SAÍDA: **28/3/2012**
 SEÇÃO Nº: **3114**

RESULTADOS ANALÍTICOS

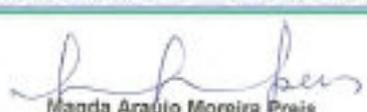
MACRONUTRIENTES		NÍVEL DE SUFICIÊNCIA			MICRONUTRIENTES		NÍVEL DE SUFICIÊNCIA		
ELEMENTOS	RESULTADOS	BAIXO	MÉDIO	ALTO	ELEMENTOS	RESULTADOS	BAIXO	MÉDIO	ALTO
ANIONAIS DE CATIONÁRIO					TEOR				
PHOSFÓRICO (P)	6,90				CÓBRE (Cu)	11,50			
NIQUEL (Ni)	7,70				ZINCO (Zn)	12,50			
NIQUEL (Ni)	7,10				FÓSFORO (P)	44,00			
ANIONAIS					MANGANÊS (Mn)	134,00			
MATERIA ORGÂNICA (MO)	23,15				SÓDIO (Na ⁺)	29,30			
AMÔNIO (N)	13,43				BORO (B)	0,53			
ANIONAIS					RELAÇÕES				
ÁCIDO FOSFÓRICO (P-Res.)	***				CÁLCIO / MAGNÉSIO	CÁLCIO / POTÁSSIO	MAGNÉSIO / POTÁSSIO	CÁLCIO / MAGNÉSIO / POTÁSSIO	
NIQUEL (Ni)	201,98				(Ca/Mg)	(Ca/K)	(Mg/K)	(Ca/Mg)	
NIQUEL (Ni)	0,82				3,84	7,37	1,92	9,29	
(SÓDIO + AMÔNIO) / CÁLCIO	7,82				SATURACÃO DO COMPLEXO DE TROCA				
(SÓDIO + AMÔNIO)	6,04				POTÁSSIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO	ALUMÍNIO	FÓSFORO
MAGNÉSIO (Mg)	1,57				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
NIQUEL (Ni) / ALUMÍNIO	2,19				7,72	56,87	14,80	0,00	20,61
ÁCIDO TOTAL (H)	2,19								
ALUMÍNIO (Al)	0,00				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ DESEQUILIBRADO ■ EM EQUILÍBRIO </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ TENDENDO AO EQUILÍBRIO ■ ACIMA DO EQUILÍBRIO </div>				
ANIONAIS		BAIXO	MÉDIO	ALTO	DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO (P)		NÍVEL DE SUFICIÊNCIA		
NIQUEL (Ni)	8,44				NÍVEL CRÍTICO (mg/kg)	VALOR RELATIVO (P)	BAIXO	MÉDIO	ALTO
AMÔNIO (N)	10,63				***	***			
ANIONAIS		BAIXO	MÉDIO	ALTO	UNIDADES				
SATURACÃO DE BASES (S)	79,39				mg/kg = miligramas por decímetro cúbico; mg/dm³ = miligramas por decímetro cúbico mg/dm³ = miligramas por decímetro cúbico; *** = análise não realizada				
NIQUEL (Ni)	45,40				EXTRATORES				
OBSERVAÇÃO:					Ca, Mg, Al: Extrator Dorrado de Pollock 1% S: Extrator Dorrado de Bato e Sulfato P, K, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni: Extrator Mehlich S: Extrator Azeite de Amêijoas - Análise Análise				
					 Magda Araujo Moreira Preis Engenheira Agrônoma CREA-PR 19750-D				

Figura 1A: Análise de solo da área experimental. Maringá, PR, 2012.