

MARINALVA WOODS PEDROSA

**QUEIMA DAS BORDAS “TIPBURN” EM CULTIVARES DE ALFACE CRESCIDAS  
EM SISTEMA NFT, PULVERIZADAS COM HOMEOPATIAS E FONTES DE  
CÁLCIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P372q  
2004 Pedrosa, Marinalva Woods, 1970-  
Queima das bordas “tipburn” em cultivares de alface  
crescidas em sistema NFT, pulverizadas com homeopatas  
e fontes de cálcio / Marinalva Woods Pedrosa. – Viçosa :  
UFV, 2004.

xii, 126f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Hermínia Emília Prieto Martinez.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 95-105.

1. Alface - Cultivo. 2. Hidroponia. 3. Plantas - Nutrição.  
4. Plantas - Efeito do cálcio. 5. Homeopatia.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.5285

MARINALVA WOODS PEDROSA

**QUEIMA DAS BORDAS “TIPBURN” EM CULTIVARES DE ALFACE  
CRESCIDAS EM SISTEMA – NFT, PULVERIZADAS COM HOMEOPATIAS  
E FONTES DE CÁLCIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”

APROVADA: 30 de dezembro de 2004.

---

Dra. Maria Aparecida Nogueira Sedyama  
(Conselheira)

---

Prof. Vicente Wagner Dias Casali  
(Conselheiro)

---

Prof. José Geraldo Barbosa

---

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

---

Prof<sup>a</sup>. Hermínia Emília Prieto Martinez  
Orientadora

À Luz que nos guia.

## AGRADECIMENTO

A Deus pelo caminho proposto.

Aos Anjos de Luz sempre presentes em cada passo.

Aos meus pais, Dalvo Félix Gomes Pedrosa e Maria Woods Pedrosa, pela dedicação e esforço para que o começo desta caminhada fosse possível.

Aos meus sogros, José Maria Vieira e Zenilda da Silva Vieira, pelo carinho e apoio para que a continuação no caminho fosse realidade.

Ao meu marido Gersonito, Sonito, pelo amor, pela dedicação e companhia atuante na solução dos problemas, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis. Pelo amparo em todo o caminho.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos pelo incentivo, pelo carinho e pelos momentos de descontração.

À Professora Hermínia Emília Prieto Martinez, pela confiança, pela amizade, pela orientação e pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Vicente Wagner Dias Casali, pelas longas conversas, pela disponibilidade e pelos ensinamentos.

À Maria Aparecida Nogueira Sedyama, pelo acolhimento, pela amizade, pelas sugestões e pelo apoio.

Ao Professor Sérgio Zolnier pela atenção e pelo apoio.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões.

À Professora Marília Contin Ventrella, pela paciência, pelos ensinamentos e pela disponibilidade.

Ao Professor José Alberto Moreno, pela coragem e pelos ensinamentos.

À Marialva Alvarenga Moreira, pelo incentivo, pela amizade e pela companhia nesta caminhada.

À Fernanda Backes, pela amizade e pelo convívio.

À Jesuína, Marta e Percília, pelo carinho.

Ao Departamento de Fitotecnia e à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concessão da bolsa de estudo.

Aos meus companheiros de experimento Marcel de Melo Inocentinni, Narjara Silva Castro e José Jorge Jacinto, pelo auxílio e pela amizade.

Aos amigos do Grupo Entre Folhas Plantas Medicinais, do Reiki e da Homeopatia pela força.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-graduação da Fitotecnia Mara e Vicente Madaleno e ao Domingos Sávio e Itamar do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, pela amizade, pela atenção e pelo auxílio indispensável.

Aos funcionários da EPAMIG e da horta velha da UFV.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

Ao reino vegetal e aos mestres disponíveis para a evolução da humanidade.

## **BIOGRAFIA**

MARINALVA WOODS PEDROSA, filha de Dalvo Félix Gomes Pedrosa e Maria Woods Pedrosa, nasceu no dia 7 de maio de 1970, na cidade de Itabirito, Estado de Minas Gerais.

Em fevereiro de 1988, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa concluindo-o em dezembro de 1993.

Em março de 1994, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em dezembro de 1997.

Membro do Grupo Entre Folhas Plantas Medicinais em Viçosa – MG, desde o ano de 1998.

Nos anos de 1998 a 2000 foi bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/CTZM).

Em agosto de 2000, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em dezembro de 2004.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. A alface .....	3
2.2. Queima das bordas em alface ou “tipburn” .....	5
2.3. Fatores que afetam a ocorrência de “tipburn” .....	6
2.3.1. Temperatura .....	7
2.3.2. A disponibilidade de cálcio .....	8
2.3.3. O balanço nutricional do meio de cultivo .....	9
2.3.4. Condutividade elétrica .....	9
2.3.5. Radiação solar e fotoperíodo .....	11
2.3.6. Evapotranspiração .....	12
2.3.7. Umidade relativa do ar .....	12
2.4. A planta .....	14
2.5. Controle ou prevenção .....	15
2.6. A Homeopatia .....	18
2.6.1. A Lei da Semelhança .....	19

	Página
2.6.2. Experimentação em organismo sadio .....	19
2.6.3. Dose mínima – diluição .....	20
2.6.4. Remédio único .....	21
2.7. Homeopatia na agricultura .....	21
CAPÍTULO 1 .....	25
QUEIMA DAS BORDAS E DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE ALFACE PULVERIZADAS COM FONTES DE CÁLCIO E PREPARADOS HOMEOPÁTICOS .....	25
1. INTRODUÇÃO .....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
2.1. Produção das mudas .....	27
2.2. Localização dos experimentos .....	27
2.3. Delineamento experimental .....	28
2.4. Sistema hidropônico .....	28
2.4.1. Experimento 1 .....	28
2.4.2. Experimento 2, 3 e 4 .....	29
2.5. Solução nutritiva .....	32
2.6. Preparação das soluções de pulverização .....	33
2.6.1 Soluções de cálcio quelatizado .....	33
2.6.2 Soluções homeopáticas .....	34
2.6.3 Soluções de nitrato de cálcio e testemunha .....	34
2.7. Pulverizações .....	34
2.8. Colheita .....	35
2.9. Avaliações dos experimentos .....	35
2.9.1 Avaliações visuais .....	35
2.9.2 Análise de produção .....	35
2.10. Análise estatística .....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
3.1. Avaliação da produção .....	37
3.1.1 Produção de massa das plantas frescas e secas .....	37
3.1.2. Comprimento do caule e produção foliar .....	42
3.2 Avaliação visual da queima das bordas .....	45
4. CONCLUSÕES .....	49

	Página
CAPÍTULO 2 .....	50
CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE DUAS CULTIVARES DE ALFACE PULVERIZADAS COM HOMEOPATIAS E FONTES DE CÁLCIO .....	50
1. INTRODUÇÃO .....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	52
2.9.2 Análise do material vegetal .....	52
2.10. Análise estatística .....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
3.1. Avaliação nutricional .....	54
3.1.1 Folhas internas .....	54
3.1.2. Folhas externas .....	60
4. CONCLUSÕES .....	70
CAPÍTULO 3 .....	71
DISTRIBUIÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E POTÁSSIO EM FOLHAS INTERNAS DE DUAS CULTIVARES DE ALFACE .....	71
1. INTRODUÇÃO .....	71
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	73
2.9. Avaliações dos experimentos .....	73
2.9.1 Amostragem .....	73
2.9.2 Análise do material vegetal .....	73
2.10. Análise estatística .....	74
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	75
3.1. Concentração de nutrientes nas folhas internas .....	75
3.2. Relações entre cátions nas folhas internas .....	81
4. CONCLUSÕES .....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
APÊNDICE .....	106
APÊNDICE A .....	107
APÊNDICE B .....	111
APÊNDICE C .....	116

## RESUMO

PEDROSA, Marinalva Woods, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2004. **Queima das bordas “tipburn” em cultivares de alface crescidas em sistema NFT, pulverizadas com homeopáticas e fontes de cálcio.** Orientador: Hermínia Emília Prieto Martinez. Conselheiros: Maria Aparecida Nogueira Sedyama, Vicente Wagner Dias Casali e Sérgio Zolnier.

Os estudos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa em sistema hidropônico NFT, no período de novembro de 2002 a setembro de 2003, visando estudar o efeito de pulverizações com preparações homeopáticas e com fontes de cálcio sobre as características vegetativas, a distribuição das concentrações de Ca, Mg e K nas folhas e a ocorrência de “tipburn” em duas cultivares de alface cultivadas nas quatro estações do ano. Os experimentos foram instalados em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as pulverizações foliares, distintas em cada experimento, e nas subparcelas as cultivares de alface ‘Brasil-303’ (lisa repolhuda) e ‘Lucy Brown’ (crespa repolhuda). As características de crescimento avaliadas foram: massa da parte aérea e da planta inteira frescas e secas, sendo pesados separadamente folhas internas, folhas externas, caule e raiz; comprimento do caule e número total de folhas. Foram realizadas duas avaliações visuais da incidência de “tipburn” contando-se o número de plantas com queima e atribuíram-se notas de acordo com a intensidade da queima. Foram determinadas as concentrações de Ca, Mg e K em folhas internas e externas e de N, P, S, Fe, Cu, Zn e Mn em folhas externas. Na determinação da distribuição das concentrações de Ca, Mg e K as folhas internas foram recortadas separando-se a lâmina foliar em: borda

superior, parte mediana, parte baixa e nervura. Não foram observados efeitos significativos dos preparados homeopáticos e fontes de cálcio pulverizados na prevenção da queima das bordas. O  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , no cultivo de verão, causou efeito no desenvolvimento da planta proporcionando maior acúmulo de massa fresca da parte aérea, na cultivar 'Lucy Brown'. As pulverizações com o produto comercial Chelal Ca, proporcionaram fitotoxidez. As concentrações de Ca foram maiores na cultivar 'Brasil-303' que em 'Lucy Brown'. A suscetibilidade ao "tipburn" foi maior na 'Brasil-303'. As concentrações de Ca, Mg e K foram menores nas folhas internas que nas externas, independente do produto aplicado. O gradiente de Ca foi caracterizado por maiores concentrações na parte inferior e nervura, reduzindo-se em direção a parte superior da folha. Houve distribuição mais uniforme do Mg no limbo foliar e as maiores concentrações de K foram encontradas na nervura. A distribuição de Ca nas partes da folha foi mais uniforme na cultivar 'Lucy Brown' que na 'Brasil-303'. Na parte superior da folha, foram observadas maiores concentrações de K seguidas de Mg e Ca nas cultivares 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'. As concentrações de K foram maiores que de Ca e Mg tanto nas folhas internas quanto externas, nos quatro experimentos.

## ABSTRACT

PEDROSA, Marinalva Woods, D.S., Universidade Federal de Viçosa, December 2004. **Tipburn in lettuce cultivars grown in NFT system, sprayed with homeopathy and calcium sources.** Adviser: Hermínia Emília Prieto Martinez. Committee Members: Maria Aparecida Nogueira Sedyama, Vicente Wagner Dias Casali and Sérgio Zolnier.

The experiments were carried out in the Universidade Federal de Viçosa in NFT hydroponic system, from November 2002 to September 2003, aiming the effect of spraying with homeopathic solution and calcium sources on: vegetative characteristics, the concentration distribution of Ca, Mg and K in the leaves and tipburn occurrence in the two lettuce cultivars cultivated in all four seasons of the year. The trial was set up on subdivided plots. The plots were formed by different foliar spraying treatments and the subplots were composed by the lettuce cvs. 'Brasil-303' and 'Lucy Brown'. The growth characteristics evaluated were: fresh and dry mass of the aerial part of the plant and of the whole plant, separated in inner leaves, outside leaves, stem and root; stem length and total number of leaves. Two visual estimations were made to evaluate the number of plants with tipburn and it was given a note for the intensity of the tipburn on each plant. The concentrations of the Ca, Mg and K in the inner and outside leaves of the plant and the N, P, S, Fe, Cu, Zn and Mn in the outside leaves were determined. The determination of the distribution of concentration of Ca, Mg and K in the inner leaves, were made by cutting the leaf in four separate parts: vein, superior border, medial and inferior part. It was not observed significant effects of the sprayed homeopathic solutions and

calcium sources on prevention of tipburn. The  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , in the summer cultivation, caused effect in the development of the plant with higher accumulation of fresh mass in the aerial part in the 'Lucy Brow' cultivar. The sprayings with the commercial product, Chelal Ca, provided toxicity. The concentrations of Ca were higher in the cultivar 'Brasil-303' than in 'Lucy Brown'. The tipburn susceptibility was greater in the 'Brasil-303'. The concentrations of Ca, Mg and K were smaller in the inner leaves than in the outside leaves, independently of the product applied. The Ca gradient characterized to have higher concentrations in the inferior parts and veins of the leaves, reducing at the superior part of the leaves. The distribution of Mg was more uniform in the leaf lamina and higher concentrations of K were found in the vein. The Ca distribution within the leaf's part was more uniform in the cultivar 'Lucy Brown' than in the 'Brasil-303'. On the superior part of the leaf it was observed a more elevated concentration of K followed by Mg and Ca in the cultivars 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'. The concentration of K was higher than Ca and Mg concentration in the inner and outside leaves, in all four experiments.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A alface é de grande importância na alimentação e na saúde humanas, fonte de minerais e de vitaminas constituindo-se na hortaliça mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas. É a espécie mais cultivada em sistema hidropônico no Brasil, principalmente, pelo uso do NFT (Nutrient Film Technique) devido ao fácil manejo que a cultura permite, aliado ao seu ciclo curto.

Tanto o cultivo hidropônico, como o cultivo protegido são técnicas que favorecem o rápido desenvolvimento das plantas, mesmo em regiões onde as condições edafo-climáticas não são favoráveis, provavelmente, por isso tem se observado, nestes cultivos, maior incidência de “tipburn”.

Queima das bordas ou “tipburn” é uma desordem fisiológica relacionada à deficiência e distribuição de cálcio que ocorre em alface e algumas outras hortaliças folhosas. Caracteriza-se pela queima das bordas das folhas mais jovens de plantas em crescimento acelerado. A manifestação dos sintomas, embora relacionada com a deficiência localizada de cálcio, tem também relação com diferenças genéticas entre plantas e com os fatores do ambiente de cultivo.

Devido à queima das bordas os danos causados às plantas têm provocado prejuízos econômicos aos produtores de alface. Diante disto, várias têm sido as tentativas de se entender e prevenir esse distúrbio. Alguns trabalhos mostraram que pulverizações foliares com sais de cálcio podem evitar o sintoma, porém em algumas ocasiões estes tratamentos não são eficientes.

Por outro lado, sabe-se que, a conscientização da sociedade sobre a necessidade de preservação dos recursos naturais exige do produtor a prática de

cultivos que agrida menos o ambiente. O uso exagerado de agroquímicos tem sido reavaliado e provocado a busca de produtos mais saudáveis ao homem e ao ambiente. Nos últimos anos tem-se introduzido o uso da homeopatia na agricultura e vários trabalhos tem sido realizados mostrando a aplicabilidade desta ciência na produção de alimentos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de pulverizações com preparados homeopáticos e com fontes de cálcio sobre as características morfológicas externas da alface, observando-se a distribuição das concentrações de Ca, Mg e K nas folhas e ocorrência de queima das bordas em duas cultivares de alface crescidas em sistema hidropônico, nas quatro estações do ano.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A alface

A alface (*Lactuca sativa*), família Asteraceae (Compositae), originou-se de espécies silvestres, atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. É uma espécie herbácea com folhas finas e delicadas que se organizam em roseta, ao redor do caule diminuto e não ramificado (FILGUEIRA, 2003).

É uma hortaliça folhosa consumida, principalmente, na forma de folhas destacadas e imaturas em saladas, sendo a mais consumida em todo o mundo. No Brasil, encontra-se entre as principais hortaliças, quer no ponto de vista de produção, quer no valor comercial e nutricional (DELISTOIANOV, 1997). É fonte de vitamina A e fibras, tendo as vitaminas B1, B2, B5, C e sais minerais (SGARBIERI, 1987), e propriedades medicinais como calmante e eupéptica (CARIBÉ e CAMPOS, 1991).

Com o consumo crescente, devido à modernização da distribuição e da grande opção de cultivares, é exigido do produtor qualidade, quantidade, diversidade de tipos e, principalmente, regularidade na produção de alface, particularmente no verão, quando a demanda é maior. Nessa época, alta temperatura e intensa precipitação pluvial prejudicam o cultivo em praticamente todas as regiões produtoras. Com a escassez do produto e persistente demanda de consumo, obviamente os preços aumentam, propiciando maiores retornos àqueles alfacultores que conseguem produzir com sucesso.

Originalmente, a alface era cultura típica de outono-inverno, no entanto, ao longo dos anos os fitomelhoristas desenvolveram cultivares adaptadas ao plantio de primavera e verão, resistentes ao pendoamento precoce. Portanto, pela criteriosa escolha das cultivares disponíveis, é possível plantar e colher alface, de boa qualidade, ao longo do ano (FILGUEIRA, 2003).

O crescimento vegetativo da alface é definido como o período desde a emergência das plantas até a iniciação floral. A produção economicamente viável se encerra ao atingir máxima área foliar e a produção é dependente das cultivares e condições climáticas (FERNANDES e MARTINS, 1999). Em dias curtos e temperaturas amenas ou baixas o crescimento da alface é favorecido. Todas as cultivares produzem melhor sob tais condições, enquanto que dias longos favorecem a iniciação floral (FILGUEIRA, 2003).

SANDERS (2004) afirma que a temperatura ideal do desenvolvimento da alface está entre 15,5 e 18,3°C. Entre 21,1 e 26,7°C as plantas podem florescer e produzir sementes. JACKSON et al. (2004) propõem 23°C a temperatura ideal durante o dia, 7°C no período noturno, e ainda que temperaturas muito altas podem provocar o sabor amargo, formar cabeças pouco compactas e também contribuir com a ocorrência da queima das bordas das folhas.

De acordo com o formato das folhas e da cabeça, as alfaces são classificadas em cinco grupos: lisas (solta e repolhuda manteiga), crespas (solta e repolhuda), americanas, mimosas e romanas (FILGUEIRA, 2003; CEASAMINAS, 2004).

Em geral, as cultivares do grupo repolhuda manteiga, formam cabeça e possuem as folhas lisas, são as preferidas, entretanto, não são facilmente cultiváveis no verão. Destacam-se neste grupo 'Kagraner', 'Áurea', 'White Boston' e a série de cultivares com denominação iniciada por Brasil, como exemplos, Brasil 202, Brasil 303 (FERNANDES e MARTINS, 1999). No entanto, recentemente, tem aumentado a demanda por alface do tipo americana. Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de identificar cultivares, que melhor se adaptem às diversas condições de cultivos no Brasil e à demanda de mercado (SILVA et al., 1999; KOPP et al., 2000, SEDIYAMA et al., 2000).

Nos últimos anos, tem-se observado aumento no número de cultivares de alface oferecido pelas firmas produtoras de sementes (OLIVEIRA et al., 2004).

Desde a década de 80 cultivares da série Brasil têm se mostrado promissoras, por causa da resistência a doenças aliada à produtividade e características aceitas pelo mercado (GARCIA, 1982). Também tem sido observada a ampliação do cultivo de alface em ambientes protegidos, onde os produtores têm a possibilidade de controle parcial dos fatores ambientais adversos, facilitando o manejo, reduzindo os riscos, possibilitando a previsibilidade e a constância da produção, além de reduzir o ciclo da cultura.

A hidroponia tem se mostrado técnica promissora no cultivo comercial de plantas, devido à praticidade, gerando plantas de melhor qualidade atendendo mercados cada vez mais exigentes, e ainda, propiciando ciclos mais curtos e maior número de colheitas no ano.

No entanto, o fato do cultivo hidropônico acelerar o crescimento e desenvolvimento das plantas agrava o surgimento do “tipburn”, pois as plantas tornam-se mais suscetíveis à ocorrência em cultivo protegido do que em condições de campo (BARTA e TIBBITTS, 1991). Em condições de campo, o sintoma de queima das bordas ocorre mais tarde, quando as plantas já estão bem formadas e próximas a maturidade (COLLIER e TIBBITTS, 1982).

## **2.2. Queima das bordas em alface ou “tipburn”**

A queima das bordas das folhas ou “tipburn”, distúrbio fisiológico relacionado à absorção e distribuição de cálcio nas folhas de alface, é ocasionado pela interação da planta com o ambiente. Esta desordem limita a produção de alface de qualidade comercial tanto em casas de vegetação como no campo.

O “tipburn” se caracteriza pela: eliminação de látex, escurecimento das nervuras e a queima das bordas (COLLIER e TIBBITTS 1982), que não são, necessariamente, causados pelos mesmos fatores ambientais (WISSEMEIER e ZÜHLKE, 2002).

A necrose que ocorre na margem foliar ou ápice está associada a baixas concentrações de Ca no tecido afetado (THIBODEAU e MINOTTI, 1969). O distúrbio está associado ao rompimento dos vasos lactíferos, causando necrose e morte dos tecidos. A queima pode evoluir de simples pontos escurecidos à necrose dos tecidos meristemáticos em estágio mais avançado (MISAGHI e CROGAN, 1978), reduzindo o valor comercial.

BARTA e TIBBITTS (1991 e 2000) confirmaram, com auxílio de nova técnica de detecção, que as concentrações de cálcio no tecido afetado pela queima são significativamente inferiores às observadas no tecido adjacente da mesma folha e na mesma parte das folhas não afetadas pela queima das bordas.

Os resultados de WISSEMEIER e ZÜHLKE (2002) indicaram que há maior tendência da queima das bordas em alface do início ao meio do que no final do ciclo de cultivo. Esta desordem determina a maior produtividade que pode ser alcançada pela planta de alface. Até que se tenha melhor entendimento da queima das bordas das folhas e de como esta pode ser evitada, será pequena a chance de superar seus efeitos sobre a produção por unidade de área por unidade de tempo (WIEN, 1997). Assim, o entendimento dos fatores que regulam o movimento de cálcio nas hortaliças folhosas afetadas pela queima das bordas pode auxiliar na otimização de estratégias do seu controle.

### **2.3. Fatores que afetam a ocorrência de “tipburn”**

Entre os fatores ambientais que afetam a ocorrência de “tipburn” pode-se citar: umidade, alta intensidade luminosa, gradientes de temperatura e disponibilidade de água no sistema radicular. Desta forma, as condições favoráveis aos sintomas são: mudanças bruscas de temperatura, alterações na temperatura da solução nutritiva, além da disponibilidade de alguns nutrientes.

Não é conhecido porque a incidência de “tipburn” varia substancialmente ano a ano, entre locais, e nem a função dos fatores externos nesta variação. Conseqüentemente, a ocorrência da queima não pode ser prevista. Paradoxalmente, a queima das bordas das folhas pode ser ocasionada tanto por fatores que proporcionam crescimento de luxo como por fatores que causam redução no crescimento vegetativo (SAURE, 1998).

Os agentes ambientais como radiação solar, temperatura e umidade do ar, ventilação e precipitação estão em constante interação com os vegetais (BRITO, 2000). De modo geral, os fatores ambientais atuam associados. Assim, é difícil distinguir os efeitos isolados sobre o desempenho da planta e sobre a queima das bordas das folhas em algumas hortaliças folhosas.

### **2.3.1. Temperatura**

Temperaturas altas normalmente aumentam a taxa de expansão foliar, da mesma forma que o suprimento de água e nitrogênio (MAGALHÃES, 1979). Com o aumento da temperatura é incrementada a taxa de crescimento e há maior exigência nutricional (WIEN, 1997).

Aparentemente, existe grande risco de ocorrer “tipburn” se houver mudanças bruscas de temperatura, como algum repentino período de temperatura alta após longo período de temperaturas baixas ou vários dias com temperatura alta juntamente com baixa umidade relativa ou vários dias sob elevada temperatura juntamente com baixa umidade relativa (SAURE, 1998). O “tipburn” pode estar associado a temperaturas altas durante o dia e temperaturas baixas durante a noite; ou baixa temperatura durante o início do desenvolvimento e alta temperatura na maturação foliar e, deficiência de umidade na fase de maturação (MISAGHI e CROGAN, 1978).

Plantas crescidas em temperaturas noturnas altas são mais suscetíveis à queima das bordas, especialmente próximo à maturação (SAURE, 1998). Segundo MISAGHI (1992) a queima das bordas é mais freqüente em plantas cujo período de maturação coincide com temperaturas relativamente altas (acima de 25 °C), em cultivos de outono ou de primavera.

Durante as estações quentes, aumenta o problema de queima, devido às temperaturas altas (SAURE 1998). Sintomas de “tipburn” podem ser induzidos se houver formação da cabeça em temperatura entre 25 e 28°C, mesmo que, durante poucos dias (MISAGHI e GROGAN, 1978).

Baixas temperaturas podem atrasar ou prevenir o surgimento a queima das bordas das folhas (ROSEN, 1990), porém em regiões de clima ameno a incidência da queima pode ser severa durante os meses quentes do verão e temperaturas muito baixas podem induzir a queima (BORKOWSKI e SZWONEK, 1994).

### **2.3.2. A disponibilidade de cálcio**

A principal função do cálcio é como constituinte da parede celular de plantas, essencial ao suporte do tecido vegetal (MALAVOLTA, 1980), sendo

requerido na formação da lamela média. Por isso, zonas meristemáticas de raízes, caules e folhas, onde ocorre divisão celular são mais suscetíveis à sua deficiência (SALISBURY e ROSS, 1992). O Ca também atua na ativação de diversas enzimas, regulando o fluxo do movimento de água nas células sendo essencial na divisão e crescimento celular. (MORGAN, 2000). Parte do Ca presente no citosol torna-se reversivelmente ligado à proteína chamada calmodulina. Esta ligação altera a estrutura da calmodulina que atua na ativação enzimática (SALISBURY e ROSS, 1992).

O fornecimento de Ca aos tecidos meristemáticos pode estar diretamente relacionado ao fluxo de massa (MARSCHNER, 1995). O cálcio se move no xilema dirigido pelo fluxo de massa (fluxo transpiracional), e geralmente é considerado imóvel no floema (KIRKBY e PILBEAN, 1984). A perda de água pela transpiração gera a sucção que move a água para cima e por toda a planta por meio do xilema (MORGAN, 2000).

Após a absorção pelas partes jovens das raízes os íons cálcio passam de célula a célula até que acessem os elementos traqueais do xilema. Então se movem passivamente dentro dos vasos na seiva do xilema (MORGAN, 2000). O cálcio após ser depositado, não é redistribuído a outras partes da planta, sendo acumulado principalmente em tecidos que transpiram mais facilmente (Millaway e Wiersholm, 1979 citados por BENINNI et al., 2003). Portanto, qualquer fator que afeta a perda de água nos tecidos do xilema, ou seja, que altera a taxa de fluxo no xilema, afeta a nutrição de cálcio (MORGAN, 2000).

A relação entre cálcio e água indica que o movimento da água influencia a absorção e translocação de cálcio na planta. A salinidade tem profundo efeito sobre o movimento da água nas plantas, o estresse osmótico reduz a absorção de nutrientes, bem como, o de água pelas plantas. A absorção de cálcio pode ser reduzida pelo aumento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, mesmo que a concentração de Ca esteja alta (CHOI e LEE, 2001).

A absorção de Ca é determinada pela raiz e pela taxa transpiratória, e é estimulada pelo aumento da temperatura radicular proporcionalmente ao aumento da absorção de água enquanto que elevações na taxa transpiratória incrementa a absorção de água mais que de Ca. No entanto, fatores que estimulam a absorção de água aumentam a absorção de Ca (ADAMS e HO, 1993).

### **2.3.3. O balanço nutricional do meio de cultivo**

A composição da solução nutritiva é outro fator importante na incidência de “tipburn”. O uso de nitrogênio na forma amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), ao contrário da nítrica  $\text{N-NO}_3^-$ , ou altas relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  aliadas a temperaturas altas podem favorecer o “tipburn” pela competição com cálcio por sítios de absorção (SAURE, 2001).

BRUMM e SCHENK (1993) estudaram o efeito do suprimento de nitrogênio na incidência de “tipburn” em alface e concluíram que, em termos práticos, o risco de deficiência de cálcio pode ser diminuído, restringindo-se o suprimento de N ao nível ótimo.

ALVARENGA et al. (2003) estudaram a aplicação de N no solo e do Ca via foliar verificando que as doses de N não tiveram influência significativa nos teores de Ca em folhas de alface. Observaram também, que os níveis de K nas folhas estavam abaixo do normal, provavelmente, em razão da competição do Ca, aplicado via foliar, com o K absorvido via radicular, ou ainda devido ao alto teor de Ca existente no solo.

Em solução nutritiva, a relação K:Ca que proporcionou melhores produções em alface foi 1:3,5 com CE  $1,6 \text{ dS.m}^{-1}$  (HUETT, 1994). COMETTI (2004) verificou que os menores índices de “tipburn” foram observados em plantas cultivadas com solução contendo a relação 1:4 Ca:K e que a adição de Ca ou K na solução, na tentativa de evitar o “tipburn” pode ter conseqüências desastrosas. O aumento de Ca na solução, ao invés de melhorar a nutrição com Ca, parece agir inversamente, provavelmente reduzindo a absorção e fluxo de água até a parte aérea diminuindo conseqüentemente, a disponibilidade de Ca aos tecidos meristemáticos.

### **2.3.4. Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva também pode influenciar no “tipburn”. HUETT (1994) afirma que a condutividade da solução nutritiva influencia tanto a absorção de água como a absorção de nutrientes, estando ambas intimamente ligadas.

As mudanças na absorção de água e nutrientes proporcionadas pela variação da condutividade do meio nutritivo, levam a alterações da fisiologia das plantas (BELTRÃO et al., 1997). Essas alterações relacionam-se, dentre outros

fatores, à abertura estomática e ao aumento ou diminuição da área foliar, estando esses fatores intimamente ligados com a eficiência fotossintética e, conseqüentemente, com a produção biomassa pelas plantas (COSTA et al., 2001).

De modo geral, existe muita controvérsia com relação ao melhor valor de CE a ser adotado para o cultivo da alface em hidroponia. Acredita-se também que esses valores devem variar de acordo com a cultivar utilizada, bem como com as condições climáticas. Os valores de CE são proporcionais à concentração dos vários íons em solução, e da mesma forma ao potencial osmótico da mesma (COSTA et al., 2001). Segundo MARTINEZ e SILVA FILHO (2004) o teor máximo de sais suportado pelas plantas difere de uma espécie para outra sendo que para alface a CE pode ser de até  $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$ .

No entanto, HUETT (1994) verificou que valores de CE entre  $2,0$  e  $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$  foram prejudiciais ao desenvolvimento das plantas de alface e as tornaram suscetíveis ao “tipburn” na CE  $0,4 \text{ dS.m}^{-1}$  houve redução de 50% no “tipburn” com 25% de redução na produção. Também verificou que a CE  $1,6 \text{ dS.m}^{-1}$  proporcionou boas produções independentes da relação K:Ca.

CHOI e LEE (2001) verificaram que com o aumento da CE de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  a  $9,0 \text{ dS m}^{-1}$  houve redução de 55% na absorção de água e, conseqüentemente, redução na translocação de Ca ( $^{45}\text{Ca}$ ). A absorção e translocação de Ca até a margem foliar, bem como, à folha foi limitada pelo aumento da CE.

Nas plantas de alface cultivadas em baixa condutividade elétrica ( $0,4 \text{ mS cm}^{-1}$ ), houve deficiências de nitrogênio e potássio, e altos teores de cálcio em folhas novas, sendo que as deficiências diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva (HUETT, 1994).

### **2.3.5. Radiação solar e fotoperíodo**

A vida na Terra é mantida pelo fluxo de energia proveniente do sol que passa pela biosfera. Por meio do processo fotossintético, a energia radiante é fixada em energia química sendo utilizada por todos os componentes da cadeia alimentar. A radiação além de fonte de energia (efeito fotoenergético) é também estímulo que condiciona o desenvolvimento (efeito fotocibernético) e às vezes

funciona como fator estressante (efeito fotodestrutivo) para a planta (LARCHER, 2000).

Em meio com alta energia radiante ocorre aceleração dos processos bioquímicos e há antecipação dos estádios de desenvolvimento das plantas, se comparado ao meio de baixa energia (BRITO, 2000). Assim, uma das respostas das plantas à radiação é o aumento da respiração. A planta iluminada respira mais que a planta sombreada, e esta, por ter restrições de radiação direta, torna-se mais eficiente na fotossíntese, iniciando o processo em menor quantidade de radiação, comparada à planta iluminada (FELIPPE, 1986).

O aumento da intensidade luminosa e a extensão do fotoperíodo podem acelerar a ocorrência de queima das bordas das folhas e aumentar sua severidade (GAUDREAU et al., 1994, SAURE, 1998). Semelhantemente à radiação diária total, fotoperíodos longos podem causar mais queima que altas intensidades luminosas (KOONTZ e PRINCE, 1986).

WISSEMEIER e ZÜHLKE (2002) em três anos de estudo avaliando a incidência de queima das bordas em cultivos comerciais de alface (cultivar resistente à queima) coletaram dados de produção e das variáveis climáticas verificando alta correlação positiva entre severidade da queima e a radiação solar, massa da planta fresca, temperatura, máxima radiação solar diária e comprimento do dia.

O aumento de luminosidade acelera o crescimento das plantas quando o fornecimento de cálcio aos pontos de crescimento não acompanha a velocidade de crescimento celular. O enfraquecimento das lamelas pela redução na concentração de cálcio, da mesma forma que permite rápida expansão das células, também possibilita o rompimento das paredes e morte das células mediante as mudanças de pressão dos vasos condutores de seiva (COMETTI et al., 2004).

Em condições de baixa intensidade luminosa e período de escuro longo não ocorre queima (THIBODEAU e MINOTTI, 1969). WISSEMEIER e ZÜHLKE (2002) relatam que dias longos, ou seja noites curtas, estão positivamente correlacionados com a probabilidade de ocorrência de queima das bordas das folhas. KOONTZ e PRINCE (1986) ao compararem o efeito de fotoperíodos de 16 e 24 horas observaram que a queima das bordas das folhas em alface é mais incidente com radiação contínua (24 h).

### **2.3.6. Evapotranspiração**

O cálcio é transportado primariamente pelo xilema e move-se preferencialmente aos tecidos com auxílio da transpiração (BARTA e TIBBITTS, 1986), ou seja, por meio da corrente evapotranspiratória. Como conseqüência, áreas da planta com baixa taxa transpiratória, em virtude de sua localização, recebem menos cálcio (WIEN, 1997).

Quando a transpiração não está ativa ocorre a pressão radicular que transporta água e nutrientes até todas as partes da planta. Esta pode ser favorecida pelo aumento da umidade relativa do ar no período noturno e pela redução da resistência do movimento da água na planta (WIEN, 1997).

Alguns autores têm proposto que em condições que aumentam a taxa transpiratória, como alta temperatura, alta intensidade luminosa ou vento seco (baixa umidade) podem promover queima das bordas das folhas. Existe alta correlação entre ocorrência de queima das folhas em alface e evapotranspiração total durante a semana que antecede a colheita (SAURE, 1998).

A disponibilidade de água afeta a ocorrência da queima, uma vez que, o cálcio é absorvido via corrente evapotranspiratória (MARSCHNER, 1995) sendo esta absorção afetada pela salinidade do meio (HUETT, 1994).

### **2.3.7. Umidade relativa do ar**

Em muitos casos foi detectada a correlação positiva entre alta umidade do ambiente e a ocorrência de “tipburn” (SAURE, 1998). No entanto, existem controvérsias: alguns trabalhos citam que aumentando-se a UR% à noite limita-se a ocorrência de “tipburn” (Van Berkel, 1988 citados por BENINNI et al., 2003), outros, que esse procedimento pode causar rápida incidência (BARTA e TIBBITTS, 1986).

De acordo com COLLIER e TIBBITS (1984) a queima ocorre mesmo quando há adequado suprimento de Ca à raiz. Isto porque o Ca move-se por fluxo de massa na corrente transpiratória e então é acumulado nas partes que transpiram livremente. Os tecidos em que ocorre a queima estão parcialmente ou totalmente encobertos por outras folhas tendo baixa taxa transpiratória e conseqüentemente menos Ca. Níveis insuficientes de cálcio podem ocorrer

quando as taxas de expansão foliar excedem a taxa de transporte de cálcio (COX e McKEE, 1976).

A ocorrência de “tipburn” em alface foi reduzida quando as plantas foram submetidas a baixos níveis de UR (51%) durante o dia e maiores no período noturno (95%). Em condições de baixa temperatura radicular (15°C) os sintomas foram tardios comparados a 24°C (COLLIER e TIBBITTS 1984). Ainda que o aumento da umidade relativa do ar no período noturno seja recomendado visando reduzir a transpiração e favorecer a absorção de cálcio por pressão radicular, esta prática nem sempre é eficiente no controle da queima das bordas (BARTA e TIBBITTS, 1986).

Em condições de umidade relativa alta pode haver interferência direta sobre a distribuição de cálcio. Sabe-se que o aumento da umidade relativa do ar reduz a transpiração das plantas, com isto reduz-se a absorção de cálcio. Nestas condições há redução dos níveis de ácido abscísico (ABA) e os níveis de giberelinas (GA) e citocininas fisiologicamente ativas podem aumentar substancialmente (SAURE, 1998). Giberelinas e citocininas juntamente com auxinas aumentam a elasticidade da parede celular e o alongamento celular, além de aumentar a permeabilidade de membranas celulares o que incrementa o risco de vazamento celular (TAIZ e ZEIGER, 2004). Com isto, os tecidos tornam-se mais suscetíveis ao estresse causado por “déficit” hídrico. Além de ocorrer redução dos níveis de cálcio nos tecidos em rápido crescimento (SAURE, 1998). Logo, o crescimento rápido está associado aos níveis internos destes fitohormônios e, conseqüentemente, a ocorrência de queima das bordas das folhas também está.

Por outro lado, a baixa umidade relativa do ar pode ser estressante e a planta responderá via diversas reações bioquímicas e fisiológicas, tais como fechamento estomático, aumento de ABA endógeno, aumento da rigidez da membrana plasmática, e, conseqüentemente, menor crescimento. Contudo, o efeito da umidade relativa no transporte de cálcio permanece em discussão (SAURE, 1998).

## **2.4. A planta**

Cada planta resulta de suas informações genéticas e do ambiente onde cresce. O ambiente de crescimento muda constantemente durante o seu tempo

de vida. Como os processos de crescimento e desenvolvimento dependem das adaptações às variáveis ambientais, plantas do mesmo genótipo podem diferir significativamente no crescimento e na composição química (KASPERBAUER, 1994).

A suscetibilidade ao “tipburn” é geneticamente determinada, mas influenciada pelo ambiente (COX e McKEE, 1976; SAURE, 1998). Paradoxalmente, tanto os fatores que promovem o crescimento como os que reduzem o crescimento de plantas de alface influenciam no aparecimento deste distúrbio (SAURE, 1998) havendo interação entre fatores genéticos e externos. Segundo HUETT (1994) a concentração da solução nutritiva, aliada à alta relação K:Ca, concomitantes às condições ambientais de alta UR e alta temperatura, predis põem as plantas em cultivos hidropônicos à queima das bordas.

Nas cultivares de alface que não formam cabeça a suscetibilidade é mais tardia que nas cultivares que formam cabeça (SAURE, 1998). PEDROSA et al. (2003) verificaram menor incidência de “tipburn” na cultivar ‘Lucy Brown’ (crespa repolhuda) em relação a ‘Brasil-303’ (lisa repolhuda). Também KOONTZ e PRINCE (1986) verificaram que em condições iguais na cultivar ‘Grand Rapids’ houve menor incidência e na ‘Salad bowl’ não houve queima.

Embora se afirme que as cultivares que formam cabeça sejam mais suscetíveis à incidência de queima das bordas, pela formação de microclima de maior umidade no interior da planta SAURE (1998) relatou que cultivares que não formam cabeça são também suscetíveis.

O fato da queima ocorrer mesmo em cultivares de alface resistentes, surgir inesperadamente e ser difícil de prever a sua ocorrência mostram que este distúrbio precisa ser mais pesquisado e que há ainda muitas dúvidas a serem elucidadas sobre o “tipburn” (WISSEMEIER e ZÜHLKE, 2002).

## **2.5. Controle ou prevenção**

Atualmente, algumas tentativas de reduzir a incidência de “tipburn” em alface incluem pulverizações com cálcio e aumento do cálcio na solução nutritiva e redução da condutividade elétrica da solução, porém com resultados controversos.

THIBODEAU e MINOTTI (1969) efetuaram o controle de “tipburn” em alface por meio da pulverização foliar com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ou  $\text{CaCl}_2$ , aumentando o teor

de cálcio das folhas e provando a relação existente entre esse sintoma e a deficiência de cálcio. Também a aplicação de cálcio quelatizado tem sido efetiva no controle do “tipburn”, uma vez que, por não ter carga neste tipo de preparação, o Ca é mais facilmente absorvido CORGAN e COTTER (1971).

MISAGHI (1992) verificou que a eliminação parcial do tecido apical de plantas de alface pode ser eficaz no controle de “tipburn” por suprimir o crescimento da planta.

De acordo com CORGAN e COTTER (1971) se a ocorrência de “tipburn” está diretamente relacionado com a taxa de crescimento, a incidência pode ser reduzida com tratamentos que reduzam a taxa de crescimento. Sendo assim, verificaram que a aplicação de Ácido succínico 2,2 dimetilhidrazida (SADH), N-6 benziladenina (BA), SADH + BA, Etefon +  $\text{CaCl}_2$  e de Quelato de cálcio (Claw-el Ca) reduziram a incidência de “tipburn” por reduzirem o tamanho da planta.

Na tentativa de favorecer a absorção de cálcio via pressão radicular, BENINNI et al. (2003), submetem plantas de alface a quatro tratamentos (solução nutritiva completa dia e água durante a noite, solução nutritiva completa de dia e solução contendo somente 100 ppm de Ca a noite, solução nutritiva completa de dia e solução contendo somente 200 ppm de Ca a noite, solução nutritiva completa e aplicação foliar de Ca). Verificaram que nenhum dos tratamentos provocou aumentos significativos do teor de Ca nas folhas internas de alface. No entanto o maior teor foi constatado com 200 ppm de Ca e o menor no completo, concluindo que 200 ppm de Ca proporcionou maior fluxo de Ca, tanto em folhas externas como internas.

PEDROSA et al. (2003) verificaram que, embora em todos os tratamentos tenha ocorrido “tipburn”, houve menor incidência com a aplicação preventiva de *Calcarea carbônica* C6, enquanto que a aplicação de  $\text{CaCl}_2$  0,04M provocou queima nas bordas das folhas.

Nem o suprimento de Ca ao solo nem pulverizações com Ca são meios seguros de prevenir a queima das bordas das folhas de alface, mesmo cultivares consideradas tolerantes têm comportamento imprevisível, em cultivos na Alemanha (WISSEMEEIR e ZUHLKE, 2002).

Segundo WIEN (1997) a relativa imobilidade natural do cálcio nas plantas torna a queima das bordas de difícil controle. Enquanto a aplicação foliar de cálcio tem sido efetiva em cultivares que não formam cabeça, quando é direcionada a

partes mais suscetíveis, a técnica é ineficiente na alface que forma cabeça. No entanto, a aplicação de cálcio via foliar em folhas jovens, em alguns casos, pode prevenir o “tipburn”.

O progresso do entendimento do processo fisiológico e controle de “tipburn” tem sido impedido pelo aumento da suscetibilidade das plantas de alface a esta desordem em ambiente controlado. Os sintomas desenvolvem-se rapidamente mesmo em cultivares conhecidas como resistentes em condições de campo (COLLIER e TIBBITS 1984), onde a queima surge mais tarde, quando as plantas já estão com cabeça bem formada e próximas à maturidade (COLLIER e TIBBITTS, 1982).

O aumento da severidade de “tipburn” em ambiente controlado tem sido atribuído ao crescimento acelerado das plantas, com as folhas jovens mais vulneráveis, pois seu rápido crescimento aumenta a demanda por cálcio (COX e McKEE 1976; THIBODEAU e MINOTTI, 1969). Aparentemente, as condições de campo proporcionam padrões de crescimento suficientemente diferentes quanto ao suprimento de Ca, de modo que não ocorra a queima em folhas jovens (BARTA e TIBBITTS, 1986).

De acordo com FONTES (2003), no controle da incidência de “tipburn”, é importante otimizar as condições edafo-climáticas e a quantidade de insumos. A programação da produção, tanto dentro quanto fora da época normal de cultivo, e a possibilidade de manejar as variáveis que controlam a produção e o rendimento das culturas são características básicas que diferenciam o cultivo protegido do tradicional (ANDRIOLO, 2000). Desta forma, o cultivo protegido pode se tornar um grande aliado na prevenção da ocorrência de “tipburn”.

O distúrbio é a resposta da planta ao estresse imposto pelo ambiente incluindo as condições de cultivo, sendo o “tipburn” dependente da tolerância da planta e da intensidade de estresse.

Durante o dia, as plantas podem responder às alterações na temperatura, disponibilidade de água e umidade, e variações na quantidade de luz. O ambiente em torno das plantas varia regularmente e previsivelmente em ciclos diários e sazonais e raramente é ótimo ao crescimento e desenvolvimento das plantas, tanto nos ecossistemas naturais quanto nos agrossistemas (CHAPIN III, 1991). Em decorrência disso, há necessidade dos vegetais se adaptarem ao ambiente. Algumas vezes, pode acontecer, que os mecanismos de adaptação e de auto-

regulação das plantas sejam solicitados em excesso, pela imposição de “sobrecargas anormais”, ou seja, estresses devidos ao ambiente (PIANKA, 1982; LARCHER, 2000).

Plantas em ambiente sem fator limitante são caracterizadas por crescimento maximizado, que poderá ser reduzido por qualquer estresse. As plantas podem ter crescimento maximizado sem sintomas de “tipburn” e, é comum que, somente alguma porcentagem das plantas em cultivo seja afetada pela desordem. Plantas com crescimento maximizado são mais vulneráveis aos estresses bióticos e abióticos. Sendo assim, apresentam “tipburn” se o estresse for intenso, ou podem ter baixa tolerância e mesmo estresse menos intenso pode ser suficiente para causar queima (SAURE, 1998).

Segundo LEVITT (1982), estresse biológico pode ser definido como qualquer fator ambiental capaz de induzir alterações potencialmente prejudiciais nos organismos vivos. O modo como as plantas respondem ao estresse induzido pelo homem é complicado pelo fato de crescerem naturalmente adaptadas ao “ambiente estressante”. É essencial, portanto, distinguir “respostas normais” daquelas que causam reduções significativas no crescimento, ou mesmo à mortalidade das plantas (VOGT et al., 1993). As plantas têm desenvolvido intrincado aparato de transdução de sinais, adaptando-as às variações do ambiente circundante (STAUB e DENG, 1996).

## **2.6. A Homeopatia**

A homeopatia foi elaborada por Cristiano Frederico Samuel Hahnemann médico alemão, e tem como marco inicial a publicação do livro **O Organon da Arte de Curar**, em 1810, onde se encontram os fundamentos da doutrina homeopática. Foi introduzida no Brasil em 1840 pelo médico francês Dr. Benoit Mure que em 1843 fundou o Instituto Homeopático do Brasil (TEIXEIRA, 1998).

A homeopatia, sistema terapêutico natural, utiliza preparados, feitos que estimulam o sistema imunológico dos organismos. É ciência, com princípios fundamentais que regem a cura e podem ser aplicados não só aos seres humanos, mas também aos animais e aos vegetais, podendo harmonizá-los num intervalo de tempo muito curto. A homeopatia trata o organismo ajudando-o a reencontrar o equilíbrio, portanto, está em sintonia com um dos princípios

fundamentais da ecologia, a homeostase. Na planta sadia, as respostas à aplicação da homeopatia são a patogênese dos medicamentos. Por outro lado, nas plantas crescidas em condições desfavoráveis ou plantas doentes, as respostas expressam a similitude entre as espécies e a homeopatia (ANDRADE, 2000).

A homeopatia, em mais de 200 anos de existência, tem sido utilizada com sucesso na cura dos seres humanos, porém a evolução dessa ciência tem mostrado que o seu uso pode ser estendido a todos os seres vivos (VITHOULKAS, 1981).

A ciência homeopática tem potencial na agricultura orgânica, como já vem sendo utilizada em seres humanos e animais, valendo-se de recursos que não deixam resíduos materiais no ambiente, economizam reservas naturais, podendo contribuir com a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (ANDRADE, 2000).

Nos vegetais, acredita-se que a homeopatia possa atuar no metabolismo, resultando na formação de compostos naturais, os metabólitos secundários, que são relacionados ao mecanismo de defesa das plantas (ANDRADE, 2000; CASTRO, 2002).

De acordo com a FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA (1977), na terapêutica homeopática os resultados advêm dos princípios fundamentais formulados por Hahnemann:

#### **2.6.1. A Lei da Semelhança**

O estudo dos precedentes históricos da homeopatia remonta à história da medicina ocidental, cuja origem se registra há 2.500 anos, quando Hipócrates (460-377 a.C.), considerado o Pai da Medicina, formulou o princípio básico da homeopatia, *similia similibus curantur*, ou seja, os semelhantes se curam pelos semelhantes (ALMEIDA, 2002).

Hahnemann, ao traduzir a matéria médica de Willian Cullen que descrevia a indicação clínica da casca da quina (amarga – malária), retomou o princípio da semelhança de Hipócrates quando realizou a primeira experiência com quinino em si mesmo e sentiu que havia encontrado a resposta à sua procura da medicina lógica, realmente eficaz e curativa. A quina causou-lhe sintomas semelhantes à malária – febre intermitente, calafrios, tremores (VITHOULKAS, 1980; BRUNINI, 1993).

A seguir, passou a experimentá-la em familiares e amigos, notando que o fenômeno se repetia, confirmando a teoria da “Cura do semelhante curando o semelhante”, ou seja, as substâncias curam os mesmos sintomas que são capazes de produzir quando experimentadas no homem sadio (VITHOULKAS, 1980; SCHEMBRI, 1992; BRUNINI, 1993). Segundo MORENO (2000), a lei dos Semelhantes é natural e resulta da lei da causa e efeito ou de ação e reação.

### **2.6.2. Experimentação em Organismo Sadio**

É denominada “experimentação” o procedimento sistemático de testar as substâncias em seres humanos saudáveis, visando caracterizar os sintomas que refletem a ação das substâncias. Hahnemann desenvolveu procedimentos específicos de experimentação que constituem a base da escolha de qualquer medicamento (VITHOULKAS, 1980).

A ação integral dos medicamentos, superficial e profunda, e nas suas mínimas particularidades, quer sobre os elementos materiais ou imateriais do ser vivo, revela os sintomas que produzem na investigação experimental, que deve ser realizada na própria espécie, e em estado de saúde. A investigação deve processar-se metódica e perseverantemente, por meio de doses repetidas por muito tempo – dias, semanas e mesmo meses, com paciência, sem preocupação imediatista, visando permitir que todos os efeitos da droga sejam observados, pois muitos sintomas só se desenvolvem lenta e paulatinamente (MORENO, 1996).

O quadro de sintomas físicos, mentais, emocionais, as sensações e alterações do modo de ser e estar, de reagir e interagir com o meio que vão surgindo, vão sendo cuidadosamente anotados e analisados, dando origem à patogenesia (efeito primário). A patogenesia é a síntese de sintomas artificiais gerados no experimentador. O organismo sadio torna-se experimentalmente organismo artificialmente enfermo. A patogenesia é catalogada na Matéria Médica Homeopática e é utilizada quando se busca o medicamento que mais se assemelha à totalidade sintomática da individualidade. Quando surgir algum organismo doente que corresponda ou que se justaponha à patogenesia citada na matéria médica, o medicamento que determinou tal patogenesia é o seu *Similimum* (BAROLLO, 1996; TEIXEIRA, 1998).

De acordo com SCHEMBRI (1992), a experimentação em seres vivos saudáveis, propicia o conhecimento das propriedades terapêuticas das substâncias.

As experimentações são realizadas no procedimento de duplo-cego, ou seja, o experimentador e o aplicador não sabem qual é o medicamento em teste (CARLINI et al., 1987). As substâncias devem ser experimentadas não só no seu estado natural, mas também em diversos estados de dinamização (MORENO, 1996).

### **2.6.3. Dose Mínima - diluição**

Inicialmente, as substâncias foram experimentadas em doses fracas ainda contendo a substância original, mas como isso causava transtornos aos experimentadores (doenças medicamentosas, intoxicações), numa fase posterior, passou a diluí-las e agitá-las pelo processo da dinamização, notando que as substâncias agiam da mesma forma, ou melhor, quando submetidas a esse método farmacotécnico homeopático (TEIXEIRA, 1998; MORENO, 2000).

A dose mínima que sempre foi e continua sendo inseparável da prática da Homeopatia tem sido com certeza o maior obstáculo contra a adoção desse método terapêutico com maior amplitude pelos médicos em geral. Só recentemente, com novos métodos de pesquisa, está se conseguindo provar laboratorialmente o poder curativo do medicamento homeopático.

### **2.6.4. Remédio Único**

O unicismo terapêutico, conceito do emprego de um único medicamento, pelo menos por vez, seria o procedimento mais ortodoxo. Hahnemann só empregava um medicamento ou substância, passando a usá-los isolados. Se um único remédio cobre o quadro da pessoa, confirma a Lei do Remédio Único. O remédio único corresponde ao *Similimum* da pessoa. O *similimum* é o medicamento que irá cobrir, corresponder ao maior número de sintomas da pessoa (BAROLLO, 1996).

Apenas um medicamento por vez, era experimentado por Hahnemann e seus voluntários, de modo a não mascarar os efeitos no organismo sadio (MORENO, 2000). Nenhuma experimentação jamais foi conduzida com medicamentos combinados. A pesquisa com mais de um medicamento não avalia com precisão, não havendo meio de definir qual componente de determinada

combinação agiu, além de não se poder predizer as interações que venham a ocorrer numa combinação (VITHOULKAS, 1980).

## **2.7. Homeopatia na agricultura**

A utilização da homeopatia nos diversos setores da agropecuária é prática permitida pela FAO como técnica a ser utilizada em produtos orgânicos certificados (FAO, 2001). Hahnemann afirmava “se as leis da natureza que proclamo são verdadeiras, então elas podem ser aplicadas a todos os seres vivos” (BONATO, 2004).

Na visão dos homeopatas, em todos os organismos há intercâmbio permanente e intenso entre o todo e suas partes constitutivas, visando assegurar o funcionamento harmônico integrado, com o objetivo de perpetuar espécies e processos. Do contrário, estabelece-se o estado de desarmonia, que se revela sob a forma de doença (EGITO, 1999). A física moderna tem demonstrado que o ser vivo é um campo denso de energia. Qualquer perturbação nesse campo pode suscitar a doença, assim como alguma forma potente de energia pode reequilibrá-lo (MARKS, 1997).

A patogenesia é sempre considerada o efeito máximo detectável na experimentação homeopática, sendo o sintoma patogenésico que revela o uso agrônomico potencial do preparado e respectiva dinamização (DUARTE, 2003).

A utilização da homeopatia em vegetais depende de estudos. As pesquisas dependem da disponibilidade de boas plantas cobaias e de métodos. Nos estudos de preparações homeopáticas devem-se obter sintomas ou efeitos ou patogenesias ou doença artificial que revelem o potencial terapêutico de cada preparado dentro da hipótese de se elaborar a Matéria Médica Vegetal (CASALI, 2004).

Diversas são as diretrizes do trabalho experimental em homeopatia realizado em vegetais. Os experimentos têm sido conduzidos visando avaliar os efeitos das preparações homeopáticas no controle de doenças (VERMA et al., 1969; KHAMA e CHANDRA, 1976), de microrganismos patogênicos de produtos armazenados (SINHA e SINGH, 1983) e de insetos-praga (ALMEIDA, 2003). Além disso, os efeitos no crescimento e mecanismos de defesa dos vegetais têm sido registrados em trabalhos mais recentes (ANDRADE, 2000; CASTRO, 2002; ALMEIDA, 2002).

Em salsa e cebolinha ARENALES (1998) relatou o uso dos nosódios (CH 30) de fungos de cebolinha e da salsa substituindo fungicidas específicos e caros, tornando-se prática rotineira do produtor. CASTRO (1999) relatou o uso de *Silicea* em plantas com crescimento estiolado ou atacadas por míldio no inverno além do uso nas florações precoces e contra fungos em geral.

Na produção de milho doce, o nosódio elaborado com a lagarta do cartucho diminuiu significativamente o número de plantas atacadas pela lagarta enquanto que o nosódio da tesourinha, inimigo natural da lagarta, diminuiu o número de indivíduos da tesourinha favorecendo o ataque da lagarta. Detectou-se a rejeição das borboletas dessa lagarta, na fase de postura, pelas plantas de milho que receberam homeopatia feita da lagarta. Revelando o poder da informação passada pela homeopatia feita da lagarta à planta de milho (ALMEIDA, 2001).

Na produção de café está sendo utilizado o nosódio feito pelo produtor com a própria ferrugem, o ácaro e a broca do café. Os agentes invasores continuam no cafezal causando prejuízos mínimos ou toleráveis e a biodiversidade é preservada. A produção aumentou, a qualidade da bebida melhorou (CASALI et. al, 2002).

Plantas de ervilhas intoxicadas com cobre foram desintoxicadas com o preparado homeopático *Cuprum* CH 15. Plantas de manjerição intoxicadas com sulfato de cobre tratados com *Cuprum* CH 30 reduziram significativamente o teor de cobre à medida que cresciam sem que esse efeito fosse devido à diluição (ALMEIDA, 2002; CASALI et. al, 2002).

A homeopatia *Phosphorus* exerceu influência no crescimento da planta de rabanete principalmente nas mais jovens (CASTRO et. al.,1999). Plantas de picão tratadas com *China* CH3 tiveram maior produção de massa fresca foliar em relação ao controle, tendo afetado também a produção de ramos e capítulos florais na fase crescimento ARMOND (2003).

O preparado homeopático de raiz de mentrasto (HR C6 - isoterápico) demonstrou potencial no cultivo da mesma espécie visando aumentar o composto bioativo (óleo essencial e cumarina) revelando que a homeopatia, na lei dos iguais, tem efeitos potenciais em *Ageratum conyzoides* L. (DUARTE, 2003).

Algumas considerações são necessárias na escolha da homeopatia das plantas que podem ou não serem repertoriadas. Deve-se levar em conta a

origem do distúrbio, e naturalmente, a causa. Surgindo dificuldades deve-se adotar o isoterápico como procedimento de emergência, porém não com o objetivo de suprimir os sintomas. Na análise das manifestações deve-se focalizar os sintomas físicos, as respostas quanto aos comportamentos: floração, frutificação, esterilidade, acúmulo de amido, reserva de óleo, produção de fibra ou açúcar, brotação, enraizamento e emissão de ramificações novas (CASALI et. al, 2002).

Variedades cultivadas com as respectivas adaptações (cenoura de verão, arroz de sequeiro, tomate rasteiro) exigem condições específicas que não sendo atendidas causam estresse à planta. A analogia aplicada à matéria médica (que contém o conhecimento sobre o potencial curativo das substâncias experimentadas) traz subsídios à escolha de homeopatia adequada aos quadros de desequilíbrio das plantas. Portanto, diante da necessidade de escolha de homeopatia para as plantas a analogia à matéria médica é a primeira possibilidade. A segunda é adotar como “similimum” o elemento químico ou nutriente ou sal mineral de maior valor hierárquico da família, gênero, espécie ou variedade cultivada. A terceira hipótese seria a homeopatia tri-una (nosódio+similimum+homeopatia do sintoma agudo). A quarta hipótese é a elaboração exaustiva da Matéria Médica Vegetal com base na experimentação em plantas saudáveis e que não está sendo promissora (CASALI et. al, 2002).

Na inexistência de Matéria Médica Homeopática vegetal, muitas homeopatias vêm sendo experimentadas em plantas consideradas sadias, e em plantas consideradas doentes, procurando-se em todos os casos, obedecer aos princípios da homeopatia. Agricultores de vários pontos do Brasil, e mesmo de outros países, como Inglaterra e Cuba, vêm utilizando homeopatia em plantas com resultados positivos em relação ao aumento da resistência a parasitas e doenças, tolerância a condições físicas impróprias, florescimento, quebra de dormência de sementes e produção de mudas sadias (ARENALES, 1998; ANDRADE, 2000). A maior parte dessas experiências estão sendo feitas aplicando-se homeopatias na planta considerada sadia, a fim de investigar os respectivos efeitos ou no organismo doente, ou estressado, com o objetivo de reequilibrá-lo no seu ambiente, e assim curá-lo (CARVALHO, 2001).

Segundo ARENALES (2004) os medicamentos homeopáticos, comprovadamente exercem a função de medicamentos de ação curativa, assim

como medicamentos de ação preventiva. Sendo assim, os preparados homeopáticos podem potencialmente prevenir distúrbios como a queima das bordas das folhas de alface.

## **CAPÍTULO 1**

### **QUEIMA DAS BORDAS E DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE ALFACE PULVERIZADAS COM FONTES DE CÁLCIO E PREPARADOS HOMEOPÁTICOS**

#### **1- INTRODUÇÃO**

Dentre as hortaliças folhosas, a alface é aquela que se encontra mais freqüente na alimentação do brasileiro. Devido ao cultivo pouco trabalhoso é muito cultivada nos cinturões verdes das grandes cidades e é facilmente encontrada nos sacolões, mercados e feiras livres de qualquer cidade.

É uma planta anual, florescendo sob dias longos e temperaturas cálidas na etapa reprodutiva do ciclo da cultura, que se inicia com o pendoamento. Dias curtos e temperaturas amenas ou baixas favorecem a etapa vegetativa, constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições (FILGUEIRA, 2003).

Em cultivo hidropônico sob ambiente protegido, a alface não corre os riscos dos fatores adversos do meio ambiente, fica protegida de geadas, chuvas intensas, granizo e ventos fortes, com ganho na produtividade e qualidade, fatores que contribuem para o fornecimento constante aos pontos de venda, trazendo satisfação ao consumidor (FERNANDES et al., 2002).

No entanto, o cultivo da alface, principalmente, em hidroponia e cultivo protegido, também enfrenta alguns problemas dado às condições em que as plantas são cultivadas e às freqüentes alterações climáticas. Um destes problemas é a ocorrência de “tipburn” ou queima das bordas.

A queima das bordas pode ocorrer em várias hortaliças folhosas, mas é mais comum em alface, principalmente em cultivares que formam cabeça (MORGAN, 2000). Trata-se de um distúrbio fisiológico relacionado à deficiência localizada de cálcio, devido à rápida expansão foliar em determinadas condições de cultivo, que se caracteriza pela necrose das bordas das folhas jovens em expansão (THIBODEAU e MINOTTI, 1969).

O surgimento dos sintomas compromete o valor comercial das plantas por danificar a parte consumida (folhas) podendo comprometer o desenvolvimento da planta, além de não ser reversível.

Tem se observado que a suscetibilidade ao “tipburn” varia entre os grupos de alface, bem como, entre cultivares. No entanto, algumas vezes o distúrbio ocorre mesmo em cultivares consideradas resistentes (WISSEMEIER e ZÜHLKE, 2002). SEDIYAMA et al. (2000) verificaram maior incidência de “tipburn” em cultivares de alface do grupo lisa que em cultivares do grupo crespa ou americana.

Alguns estudos têm mostrado que as aplicações foliares com fontes de cálcio são eficientes na prevenção da ocorrência da queima das bordas (THIBODEAU e MINOTTI, 1969; SAURE, 1998) enquanto outros mostram que esta prática não é eficiente (COLLIER e TIBBITTS, 1982, BORKOWSKI e SZWONEK, 1994).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de pulverizações com preparados homeopáticos e com fontes de cálcio sobre as características vegetativas e a ocorrência de queima das bordas em duas cultivares de alface, cultivadas em sistema hidropônico, nas quatro estações do ano.

## **2- MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Produção das mudas**

Nos quatro experimentos as mudas das duas cultivares de alface, 'Brasil-303' (grupo repolhuda manteiga ou lisa repolhuda) e 'Lucy Brown' (grupo repolhuda crespa ou americana) foram produzidas em espuma fenólica a partir de sementes nuas e peletizadas, respectivamente. A semeadura foi feita de acordo com cada experimento e após o semeio irrigou-se as células com água, diariamente. Sete dias após o semeio (DAS), fez-se o desbaste mantendo apenas uma muda da cultivar 'Brasil-303' por célula, quando também se iniciou o fornecimento de solução nutritiva, 75% da concentração total de nutrientes, nas duas cultivares.

As mudas com dois pares de folhas definitivas foram transplantadas nos canais de cultivo e passaram a receber solução nutritiva 1 força (100% da concentração).

### **2.2. Localização dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique) com circulação intermitente da solução nutritiva, em Viçosa, MG, no período de novembro de 2002 a setembro de 2003 totalizando quatro experimentos independentes.

Viçosa localiza-se na Zona da Mata mineira, a 42°5' de longitude oeste e 20°45' de longitude sul, na altitude de 651 m.

O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação na Horta Velha do Departamento de Fitotecnia, e os demais conduzidos em casa de vegetação da Empresa Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais no Centro Tecnológico da Zona da Mata (EPAMIG/CTZM), localizada na Vila Gianetti, ambas na Universidade Federal de Viçosa.

### **2.3. Delineamento experimental**

Os experimentos foram arranjos em parcelas subdivididas sendo o primeiro experimento em delineamento inteiramente casualizado e os demais em blocos casualizados, todos com três repetições. Nas parcelas ficaram as pulverizações com os produtos: nitrato de cálcio, Calbit C, Chelal Ca, *Calcareo carbonica*, *Calcareo phosphorica*, *Arnica montana* e água destilada como testemunha, de acordo com cada experimento, e nas subparcelas as duas cultivares de alface, Brasil-303 (lisa) e Lucy Brown (americana) com suscetibilidade ao “tipburn”.

### **2.4. Sistema Hidropônico**

#### **2.4.1. Experimento 1**

O sistema de cultivo foi composto por bancadas de crescimento, sendo cada uma formada pelo conjunto de quatro perfis hidropônicos de 100 mm de diâmetro e 2 m de comprimento, contendo 30 plantas espaçadas de 0,25 m entre linhas e 0,25 m entre plantas. Cada grupo de seis bancadas foi abastecido por um reservatório de 500 L de solução nutritiva. Em cada bancada havia 15 plantas da cultivar Brasil-303 e 15 plantas da ‘Lucy Brown’.

A circulação da solução nutritiva foi feita das 6:00 às 20:00 horas por 30 minutos e com intervalos de 15 minutos, na primeira semana. A partir da segunda semana, após o transplante, a solução nutritiva circulou das 6:00 às 19:00 por 15 minutos e intervalos de 15 minutos.

Durante a condução do experimento 1 houve falhas no fornecimento de energia elétrica comprometendo o fornecimento de solução nutritiva aos canais de cultivo e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas.

#### 2.4.2. Experimento 2, 3 e 4

O sistema de cultivo foi composto por bancadas de crescimento, sendo cada uma formada pelo conjunto de quatro canos de PVC 100 mm, partidos ao meio longitudinalmente com 12 m de comprimento, contendo cerca de 300 plantas espaçadas 0,25 m entre linhas e 0,25 m entre plantas. Cada bancada foi abastecida por um reservatório de 600 L de solução nutritiva. Cada parcela foi composta por 48 plantas, sendo 24 de cada cultivar (subparcela).

A circulação da solução nutritiva foi realizada das 6:00 às 20:00 horas por 30 minutos e com intervalos de 10 minutos, na primeira semana. A partir da segunda semana, após o transplante, a solução nutritiva circulou das 6:00 às 19:00 por 20 minutos e intervalos de 10 minutos e circulação de 10 minutos às 21:00, 24:00 e às 03:00 horas.

Em todos os experimentos as mudas foram transplantadas com 23 dias após o semeio, quando apresentavam dois pares de folhas definitivas.

As particularidades de cada experimento estão melhor detalhadas no Quadro 1.

Os dados ambientais observados na casa de vegetação durante a condução dos experimentos estão apresentados no Quadro 2 e Figuras 1a, 1b, 1c e 1d.

O cálculo da soma térmica, em graus-dia, foi feito com base em:

$$GD = \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right)$$

em que: GD, é o total de graus-dia acumulado; T<sub>max</sub> é a temperatura do ar máxima diária (°C); T<sub>min</sub> é a temperatura do ar mínima diária (°C); T<sub>b</sub> é a temperatura-base (°C). Adotou-se a temperatura base de 10°C para a fase transplante-colheita (BRUNINI et al., 1976).

Os resultados dos cálculos de soma térmica estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 1 – Resumo dos experimentos conduzidos nas quatro estações do ano com o cultivo de duas cultivares de alface em sistema hidropônico NFT, Viçosa, MG

Experimento	Época de Cultivo <sup>1</sup>	Data do semeio	Produtos pulverizados	Início da pulverização	Avaliação visual	Número de pulverizações	Colheita
1	Primavera	01/11/2002	Nitrato de cálcio - 0,04 mol/L, Calbit C - 0,75%, Chelal Ca - 0,75%, <i>Calcareo carbonica</i> C6, <i>Calcareo phosphorica</i> C6 e Água destilada (testemunha)	32 DAS	1ª: 41 DAS 2ª: 46 DAS	4 'Brasil-303' e 5 'Lucy Brown'	46 DAS 'Brasil-303', 51 DAS 'Lucy Brown'
2	Verão	22/01/2003	Nitrato de cálcio - 0,04 mol/L, Calbit C - 0,3%, Chelal Ca - 0,3%, <i>Calcareo carbonica</i> C6, <i>Calcareo phosphorica</i> C6 e Água destilada (testemunha)	31 DAS	1ª: 38 DAS 2ª: 50 DAS	6 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'	50 'Brasil-303', 51 DAS 'Lucy Brown'
3	Outono	03/04/2003	Nitrato de cálcio - 0,04 mol/L, Calbit C - 0,2%, Chelal Ca - 0,2%, <i>Calcareo carbonica</i> C6, <i>Calcareo phosphorica</i> C6 e Água destilada (testemunha)	26 DAS	1ª: 44 DAS 2ª: 57 DAS	10 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'	57 DAS 'Brasil-303', 58 DAS 'Lucy Brown'
4	Inverno	17/07/2003	Nitrato de cálcio - 0,04 mol/L, Calbit C - 0,2%, Chelal Ca - 0,1%, <i>Calcareo carbonica</i> C6, <i>Calcareo phosphorica</i> C6, <i>Arnica montana</i> C6 e Água destilada (testemunha)	28 DAS	1ª: 47 DAS 2ª: 65 DAS	12 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'	66 DAS 'Brasil-303', 67 DAS 'Lucy Brown'

1/ Período de cultivo nas estações: primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03; DAS—dias após o semeio.

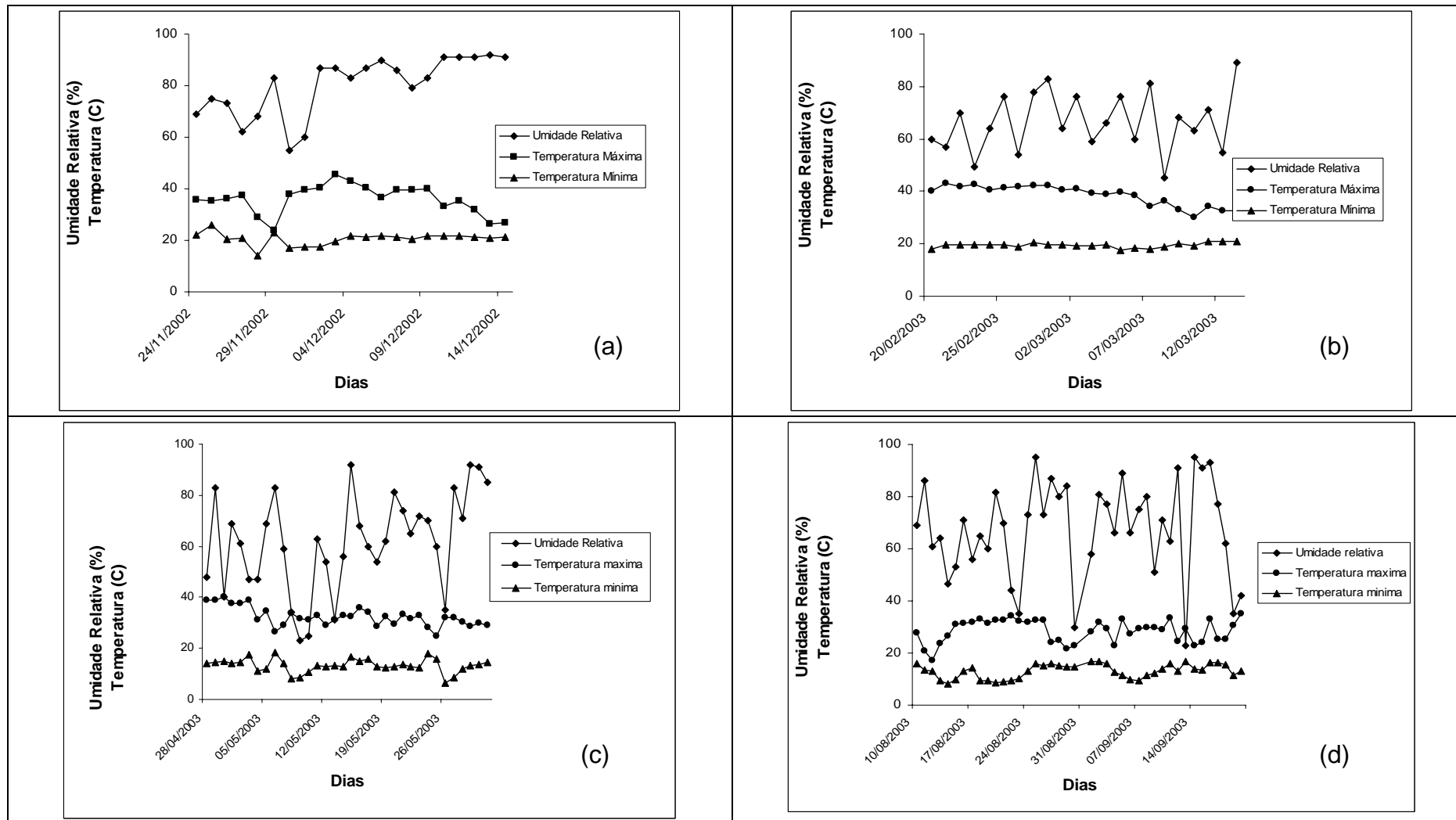


Figura 1 - Temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar na casa de vegetação durante o experimento 1 (a), experimento 2 (b), experimento 3 (c) e experimento 4 (d), em Viçosa-MG.

QUADRO 2 – Temperaturas médias máxima e mínima e extremas e umidade relativa do ar média e extremas na casa de vegetação durante os quatro cultivos

Cultivos	Temperatura (°C)				Umidade Relativa (%)		
	Média		Média		Média	Máxima	Mínima
	máxima	mínima	Máxima	Mínima			
Primavera <sup>1</sup>	35,5	20,5	43,5	13,5	80	92	45
Verão <sup>2</sup>	38,6	19,4	47	17,5	68,7	90	45
Outono <sup>3</sup>	32,4	13,3	41,5	5,5	61	92	23
Inverno <sup>4</sup>	28,6	13,1	36	8	67,4	95	23

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03

QUADRO 3 – Somas térmicas e duração do cultivo, no período de transplante-colheita para cultivares de alface, em diferentes épocas, em Viçosa -MG

Cultivos	Soma térmica (GD) <sup>2</sup>		Dias após o transplante	
	Brasil-303	Lucy Brown	Brasil-303	Lucy Brown
Primavera <sup>1</sup>	413,70	485,08	23	28
Verão	513,13	532,14	27	28
Outono	436,90	449,75	34	35
Inverno	465,39	476,22	43	44

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

2/ A soma térmica é dada em graus-dia (GD).

## 2.5. Solução nutritiva

A solução nutritiva utilizada em todos os experimentos foi a indicada por FERNANDES et. al, 2002 (Quadro 4) com circulação intermitente conforme descrito para cada experimento.

A solução nutritiva continha: 13,6; 1; 7; 4,48; 2,5; 3,5 mmol L<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Os micronutrientes nas concentrações de 45; 32; 46; 2; 0,9 e 0,2 µmol L<sup>-1</sup> para Fe, Mn, B, Zn, Cu e Mo, respectivamente. Foi utilizado 21,9% de nitrogênio na forma amoniacal.

No primeiro experimento foram preparados 500 L de solução nutritiva em cada reservatório. No demais experimentos, foram preparados 600 L de solução nutritiva por reservatório.

Quadro 4 – Composição da solução nutritiva<sup>1</sup> utilizada no cultivo hidropônico da alface, nos quatro experimentos

Fontes	g.1000 L <sup>-1</sup>
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	133,00
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	144,00
MgSO <sub>4</sub>	625,00
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	941,00
KNO <sub>3</sub>	100,00
KCl	475,00
FeCl <sub>3</sub>	12,17
Na <sub>2</sub> -EDTA	16,75
MnSO <sub>4</sub>	7,06
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2,92
ZnSO <sub>4</sub>	0,43
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0,06
CuCl <sub>2</sub>	0,12

1/ FERNANDES et al. (2002).

Em todos os experimentos o volume da solução nutritiva, nos reservatórios, foi completado diariamente ajustando-se o pH e condutividade elétrica. No ajuste do pH foram usadas soluções 2N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ou NaOH mantendo-o em  $5,9 \pm 0,1$  e a condutividade elétrica corrigida com solução nutritiva concentrada e mantida entre 1,8 a 1,9 mS/cm.

## 2.6. Preparação das Soluções de Pulverização

### 2.6.1 Soluções de cálcio quelatizado

As soluções de cálcio quelatizado foram obtidas pela diluição dos produtos comerciais Calbit C e Chelal Ca.

**Calbit C (Valagro)** é fertilizante líquido a base de cálcio quelatizado (Ca complexado com ácido lignin policarboxílico LPCA), com função de prevenir e corrigir deficiências de cálcio.

**Chelal Ca (BMS)** é a base de quelato de cálcio (CaO quelatado com ácido dietileno triamino penta-acético - DTPA), usado como corretor de carências de cálcio.

### 2.6.2 Soluções homeopáticas

No preparo das homeopatias foram utilizadas soluções estoque CH5. A partir destas foram preparadas homeopatias C6, utilizando-se álcool etílico 70% e sucussão com braço mecânico. Os produtos homeopáticos foram:

***Calcarea carbonica*** – (*Calcarea ostrearum*, Carbonato de cálcio) é obtida pela trituração da camada média e interna da concha da ostra. Contém grande quantidade de carbonato de cálcio associado a vestígios de fosfato de cálcio (BRUNINI e SAMPAIO, 1992; MORENO, 2003b).

***Calcarea phosphorica*** – (*Calcium fosforicum*, *Phosphos calcicus*, Fosfato tricálcico) é obtido pela adição de algumas gotas de ácido fosfórico na água de cal até a formação de um precipitado. Este por sua vez, é submetido a uma dupla decomposição entre fosfato disódico e o cloreto de cálcio, na presença de amoníaco (BRUNINI e SAMPAIO, 1994; MORENO, 2003b).

***Arnica montana*** – Espécie vegetal conhecida também como Tabaco dos Vosgos ou Betonia das montanhas é recolhida nas montanhas da Suíça dos Auverges ou dos Vosgos na época da floração, sua preparação ocorre a partir da planta inteira (BRUNINI e SAMPAIO, 1982; MORENO, 2003a).

### 2.6.3 Soluções de nitrato de cálcio e testemunha

Foram preparadas soluções estoque de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (P.A) na concentração 0,4 M e posteriormente diluídas a 0,04 M de cálcio para a pulverização.

Como testemunha foi utilizada água destilada.

## 2.7. Pulverizações

Foi adotado o método duplo-cego, em que a preparação dos produtos e sua aplicação e avaliação são feitas por indivíduos diferentes. A identificação dos produtos é ocultada evitando que, durante a aplicação e avaliação, o conhecimento de algum conteúdo levasse à indução de alguma resposta, causando interferência no resultado.

Os produtos foram aplicados com pequenos borrifadores individuais em intervalos de 3 em 3 dias e sempre no final da tarde. As homeopatias foram

aplicadas utilizando-se o método plus (100 gotas de homeopatia por litro de água destilada).

Foram gastos, em média, 580 mL de solução de cada produto por aplicação, ou seja, em média 190 mL de solução por parcela experimental de forma que a parte central da cabeça da alface ficasse bem molhada.

Durante as aplicações, foi interrompido o fornecimento de solução nutritiva aos canais de cultivo e as parcelas foram isoladas com placas de isopor de 1,50 m de comprimento por 0,50 m de altura.

## **2.8. Colheita**

De modo geral, as plantas foram colhidas quando apresentavam o máximo desenvolvimento e antes do início do florescimento (emissão do pendão floral), considerado o ponto de colheita comercial.

No entanto, no experimento 1, a colheita das plantas de 'Brasil-303' foi realizada sem adequado crescimento, porém iniciando o florescimento.

## **2.9. Avaliações dos experimentos**

### **2.9.1 Avaliações visuais**

Durante a condução de cada experimento foram realizadas duas avaliações visuais das plantas, quanto à incidência da queima das bordas das folhas, por três avaliadores.

Contou-se o número de plantas queimadas em cada subparcela e atribuíram-se notas de 1 a 4 de acordo com a intensidade da queima: 1 – ausência de queima; 2 – pouca queima; 3 – queima moderada; 4 – folhas muito queimadas.

### **2.9.2 Análise de produção**

Na colheita de cada experimento foram amostradas três plantas úteis por subparcela e avaliados:

Massa fresca da parte aérea e da planta inteira, sendo pesados separadamente folhas internas (dez primeiras folhas maiores que 5 cm de comprimento), folhas externas (restante das folhas), caule e raiz;

comprimento do caule;

número de folhas – maiores que 5 cm de comprimento;

número total de folhas queimadas maiores que 5 cm de comprimento;

número de folhas centrais queimadas – considerando-se centrais as dez primeiras folhas maiores que 5 cm de comprimento.

Posteriormente, as partes foram secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C por 72 horas. Após a secagem as amostras foram pesadas e obtidas as massas de plantas secas.

## **2.10. Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade entre produtos e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre cultivares. Os dados de contagem de folhas foram transformados em  $\sqrt{x}$  antes da análise estatística.

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Avaliação da produção

Como indicadores foram utilizados os dados de produção de massa das plantas frescas e massa das plantas secas, comprimento do caule (CC) e número total de folhas por planta (NTF).

#### 3.1.1 Produção de massa das plantas frescas e secas

A cultivar ‘Lucy Brown’ produziu mais que a ‘Brasil-303’, independente da estação do ano (Quadro 5), exceto no período de inverno em que a cultivar ‘Brasil-303’ apresentou maior produção de massa da planta inteira fresca (MPLF) nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e *Arnica* C6, embora não tenha ocorrido efeito significativo das pulverizações. Estes resultados corroboram com os de OLIVEIRA et al. (2004) que verificaram considerável variabilidade genética entre cultivares de alface, agrupando ‘Brasil-303’ em grupo distinto de ‘Lucy Brown’ quando foram consideradas as características como massa da planta, comprimento do caule e número de folhas.

A maior produção de massa da planta fresca pela ‘Lucy Brown’ em relação à ‘Brasil-303’ também foi verificada por SEDIYAMA et al., 2000 em cultivo hidropônico. As diferenças de produção entre as cultivares ‘Lucy Brown’ e ‘Brasil-303’ foram reduzidas nos cultivos de outono e inverno (Quadro 5).

O acúmulo de massa da parte aérea fresca (MPAF) pela 'Brasil-303', em todas as estações de cultivo, foi maior que o observado por DELISTOIANOV (1997) em condições de verão (96 g/planta) e outono (166 g/planta), exceto para pulverização com Chelal Ca 0,75% no experimento de primavera.

Menores acúmulos de MPLF e MPAF foram observados no experimento de primavera (Quadro 5), por causa da colheita precoce. Com a antecipação da colheita (46 dias após o semeio - DAS), as plantas das duas cultivares foram colhidas quando ainda não estavam com máximo desenvolvimento vegetativo.

No experimento de verão, houve acúmulos de MPLF inferiores a 300 g em plantas de 'Brasil-303' pulverizadas com Calbit C 0,3%, Chelal Ca 0,3% e com água e no experimento de outono com Chelal Ca 0,2% para as duas cultivares (Quadro 5).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2004), visando melhor concorrência de mercado da alface hidropônica, a embalagem deve conter peso maior que 300 g, ainda que, seja necessário embalar juntas duas plantas.

As pulverizações com Chelal Ca nos diversos experimentos provocou queima na parte aérea das plantas reduzindo a produção de massa fresca sendo observado efeito significativamente menor no experimento de primavera, para as duas cultivares e no experimento de outono para a cultivar 'Brasil-303' (Quadro 5). INOCENTINNI et al. (2002 a e b) também verificou sintomas de queima na parte aérea quando foram realizadas aplicações foliares com  $\text{CaCl}_2$  (0,04 mol/L). A aplicação de  $\text{CaB}_2$ , na forma quelatizada, provocou sintomas de fitotoxidez nas doses de 1,5 e 1,75% com redução na produção MPAF e MPLF em plantas de alface da cultivar 'Mesa-659', sendo 0,5 e 0,75% as melhores doses (PEREIRA et al., 1999).

Devido às queimas observadas, nos primeiros experimentos optou-se pela redução gradativa da concentração do produto Chelal Ca nos experimentos subseqüentes. No entanto, até a concentração de 0,1% este produto mostrou-se fitotóxico às cultivares de alface 'Brasil-303' e 'Lucy Brown'.

No experimento de verão as pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  proporcionaram maior acúmulo de MPLF e MPAF para a cultivar 'Lucy Brown' em relação às pulverizações com água (Quadro 5). As médias de MPLF de

plantas pulverizadas com *C. phosphorica*,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e *C. carbonica* foram superiores às médias observadas por SEDIYAMA et al. (2000), também em condição de verão, no mesmo sistema de cultivo (295,28 g/planta) para a 'Brasil-303' e (351,94 g/planta) para a 'Lucy Brown', valores estes próximos aos da pulverização com água.

Quanto à produção de massa da parte aérea seca (MPAS), no experimento de primavera a cultivar 'Lucy Brown' foi maior que a 'Brasil-303', e no experimento de outono não houve diferença significativa entre cultivares (Quadro 5).

No entanto, nos demais experimentos houve variação na produção de massa seca entre cultivares em função dos produtos aplicados. Assim, no experimento de verão houve maior produção de MPAS da cultivar 'Lucy Brown' nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca e *C. carbonica* e para os demais produtos os valores foram semelhantes (Quadro 5).

Nas condições de inverno, a cultivar 'Brasil-303' acumulou mais MPAS que 'Lucy Brown' (Quadro 5).

As condições ambientais distintas em cada época de cultivo, provavelmente, favoreceram os resultados divergentes nos experimentos entre cultivares e produtos (Quadro 2, Figura 1). O que pode ser confirmado com a expressão da temperatura do ar na forma de unidades térmicas (graus-dia) para os diferentes períodos de cultivo (Quadro 3). Graus-dia é definido como a quantidade de calor efetivamente acumulada durante o dia e favorável ao crescimento do vegetal e é calculado considerando uma temperatura base, definida como temperatura mínima, abaixo da qual a planta não se desenvolve adequadamente (BRUNINI, 1976). Assim, a planta necessita de uma certa quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos necessários, para completar determinada fase fenológica ou mesmo o seu ciclo total (PLETT, 1992).

Desta forma, o cultivo de verão apresentou maior soma térmica para um período de cultivo menor que os de outono e inverno (Quadro 3), tendo-se, no verão mais energia disponível no ambiente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Semelhantemente, LOPES et al. (2004) obtiveram plantas de alface da cultivar 'Vera' adequadas para a comercialização aos 40 dias após o tranplante com 490 graus-dia, na

primavera, e aos 52 dias após o transplante com 497 graus-dia, no outono. BRUNINI, 1976 verificou que para a cultivar 'White Boston' na fase transplante-colheita há necessidade, média, de 410 graus-dia com um mínimo de 354 e um máximo de 490 graus-dia para um bom desenvolvimento e comercialização. Variações são devidas a cultivar e condições de cultivo, cultivares precoces requerem menos energia que cultivares tardios.

Segundo LÊDO (1998) as características de produção da alface podem ser afetadas, entre outros fatores, pela cultivar, pelo fotoperíodo e pela temperatura do ambiente de cultivo.

Verifica-se que, de modo geral, a cultivar 'Brasil-303' apresentou maiores porcentagens de massa seca (POMS) que a 'Lucy Brown', havendo diferenças entre produtos aplicados apenas, na primavera e verão em que se observaram maiores POMS em plantas pulverizadas com Chelal Ca (Quadro 5) ocasionadas pela redução do desenvolvimento das plantas, principalmente no cultivo de primavera. Os resultados de POMS mostram que a 'Lucy Brown' é uma cultivar mais suculenta que a 'Brasil-303', característica das cultivares do grupo repolhuda crespa.

Quadro 5 – Valores médios das variáveis massa de plantas frescas (MPLF), massa da parte aérea fresca (MPAF), massa da parte aérea seca (MPAS) e porcentagem de massa seca (POMS) nas cultivares de alface ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	MPLF		MPAF		MPAS		POMS	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
g					%			
<b>Primavera</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	173,4B	263,7A	152,3B	243,2A	8,5B	10,8A	5,6A	4,4B
<b>Calbit C 0,75%</b>	139,2B	206,5A	120,9B	186,0A	7,1B	8,7A	5,9A	4,6B
<b>Chelal Ca 0,75%</b>	82,5*B	154,9*A	68,1*B	137,1*A	5,4*B	7,6A	8,1*A	5,5*B
<b>C. carb C6</b>	166,6B	252,9A	149,4B	232,4A	8,9B	11,2A	5,9A	4,8B
<b>C. phosp C6</b>	171,2B	274,2A	151,5B	247,0A	8,0B	10,3A	5,3A	4,2B
<b>Água</b>	177,9B	239,7A	159,6B	220,3A	8,7B	9,8A	5,5A	4,5B
<b>CV(%)</b>	7,62		7,95		7,77		7,29	
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	336,4B	472,3*A	276,4B	410,6*A	11,8B	14,1A	4,3A	3,5B
<b>Calbit C 0,3%</b>	273,5B	330,7A	217,4B	286,3A	10,5A	11,5A	4,7A	4,1B
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	209,0B	336,6A	170,1B	289,4A	9,8B	13,2A	5,9*A	4,6B
<b>C. carb C6</b>	323,0B	404,7A	260,7B	352,0A	11,2B	13,2A	4,3A	3,8A
<b>C. phosp C6</b>	301,2B	407,2A	239,5B	348,3A	12,0A	13,8A	5,0A	4,0B
<b>Água</b>	295,3A	339,7A	238,0B	294,7A	11,9A	12,0A	5,0A	4,1B
<b>CV(%)</b>	8,71		9,11		8,24		8,07	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	360,4B	369,3A	312,6B	339,4A	15,2A	14,1A	4,9A	4,1B
<b>Calbit C 0,2%</b>	366,5B	386,0A	310,3B	349,9A	15,6A	14,7A	5,1A	4,2B
<b>Chelal Ca 0,2%</b>	260,6*B	299,8A	220,6*B	273,7A	11,5A	12,3A	5,3A	4,5B
<b>C. carb C6</b>	359,2B	367,4A	306,9B	332,8A	15,6A	13,7A	5,1A	4,1B
<b>C. phosp C6</b>	358,0B	392,5A	307,4B	357,4A	14,7A	15,0A	4,8A	4,2B
<b>Água</b>	352,5B	364,8A	303,1B	330,3A	15,1A	13,5A	5,0A	4,1B
<b>CV(%)</b>	12,00		12,46		11,41		5,67	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	348,3A	341,3B	296,1B	313,5A	15,9A	13,0B	5,4A	4,1B
<b>Calbit C 0,2%</b>	308,8B	350,1A	261,0B	322,9A	14,7A	13,9B	5,6A	4,3B
<b>Chelal Ca 0,1%</b>	345,0B	365,0A	290,0B	333,3A	16,1A	13,6B	5,6A	4,1B
<b>C. carb C6</b>	318,6B	374,1A	261,9B	344,1A	14,6B	14,6A	5,6A	4,3B
<b>C. phosp C6</b>	354,8B	366,2A	300,9B	336,2A	15,2A	15,1B	5,1A	4,5A
<b>Arnica C6</b>	369,4A	349,1B	314,4B	321,8A	17,7A	14,2B	5,6A	4,4B
<b>Água</b>	326,2B	352,3A	277,3B	325,7A	14,9A	13,9B	5,4A	4,2B
<b>CV(%)</b>	9,06		9,74		10,96		7,58	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03

2/ Na ANOVA foi usada  $\sqrt{X}$ .

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

### 3.1.2. Comprimento do caule e produção foliar

Os resultados referentes a comprimento de caule e número de folhas estão apresentados no Quadro 6.

No experimento de primavera, o produto Chelal Ca 0,75% proporcionou menor comprimento de caule em relação a pulverização com água, mas sendo significativo apenas para 'Brasil-303', o que se deve ao comprometimento do crescimento da planta em função da queima foliar ocasionada pelo produto.

Em todas as épocas de cultivo, na cultivar 'Brasil-303' o comprimento do caule (CC) e o número total de folhas (NTF) foram maiores que os observados para a 'Lucy Brown' (Quadro 6). Este comportamento já era esperado por serem estas características genéticas distintas da cultivar (OLIVEIRA et al., 2004).

YURI et al. (2002) observaram, em média, CC de 4,32 cm na cultivar 'Lucy Brown' em cultivo de primavera valor bastante menor ao verificado neste experimento de primavera.

Nas condições de verão, os CC foram maiores aos observados por SEDIYAMA et al. (2000) na 'Brasil-303' (4,72 cm) e inferiores na 'Lucy Brown' (7,95 cm), e também, as médias de NTF foram maiores 'Brasil-303' (36,33) e 'Lucy Brown' (18,43). Também em condições de verão MOTA et al. (2003) obtiveram plantas da 'Lucy Brown' com CC médio de 5,3 cm, em cultivo no sul de Minas Gerais.

Nas condições de inverno CC e NTF foram maiores que as médias observadas por PEDROSA et al. (2000) nas mesmas condições, (5,72 cm e 38,17) para na 'Brasil-303' e (2,78 cm e 18,96) e na 'Lucy Brown', respectivamente.

De modo geral, os menores CC foram observados nos experimentos de outono e de inverno (Quadro 6) em função das temperaturas menores no ambiente de cultivo (Quadro 2). Baixas temperaturas atrasam o crescimento e o desenvolvimento da alface. Por outro lado, temperaturas altas favorecem o florescimento precoce que é precedido por maior crescimento do caule (FERNANDES e MARTINS, 1999), desqualificando o produto com excessivo acúmulo de látex (DELISTOIANOV, 1997).

O número total de folhas produzidas pela cultivar 'Brasil-303' em todos os experimentos foi maior que o observado por DELISTOIANOV (1997) em cultivos de verão (25 folhas/planta) e de outono (30 folhas/planta).

Variações climáticas de ano para ano favorecem o desenvolvimento diferenciado das plantas mesmo quando se considera a mesma estação de cultivo. Assim, quando se consideram vários ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, o efeito adicional, proporcionado pela interação.

Os preparados homeopáticos *C. carbonica*, *C. phosphorica* e *Arnica* não causaram patogênese, conforme as variáveis de crescimento analisadas. Resultados semelhantes foram encontrados por ANDRADE (2000) em plantas de chambá (*Justicia pectoralis*) submetidas a soluções homeopáticas de *Justicia* e por DUARTE (2003) em plantas de mentrasto (*Ageratum conyzoides*) submetidas a soluções homeopáticas de partes da própria planta de mentrasto. De acordo com ANDRADE (2000), uma vez que as soluções homeopáticas auxiliam a retomada do equilíbrio, pode-se inferir que a não interferência dos tratamentos no crescimento das plantas possa estar relacionada ao equilíbrio natural da planta com relação às características avaliadas, posto que não foi detectado patogênese.

Quadro 6 – Valores médios das variáveis comprimento do caule - CC , número total de folhas - NTF, número de folhas centrais queimadas - NFCQ e número total de folhas queimadas - NTFQ das cultivares 'Brasil-303' e 'Lucy Brown', em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	CC		NTF <sup>2</sup>		NFCQ <sup>2</sup>		NTFQ <sup>2</sup>	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
cm								
<b>Primavera</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17,0A	13,7B	30,9A	20,0B	9,9A	3,78B	26,8A	6,4B
Calbit C 0,75%	15,8A	13,2B	29,8A	20,0B	9,6A	2,11B	29,1A	7,2B
Chelal Ca 0,75%	11,1*A	10,5B	26,3A	19,7B	10,0A	2,56B	26,2A	8,2B
C. carb C6	16,8A	12,7B	31,7A	20,0B	10,0A	3,44B	27,2A	4,3B
C. phosp C6	15,0A	13,2B	30,4A	19,1B	8,6A	1,00B	19,6A	1,0B
Água	17,2A	13,4B	30,1A	19,0B	9,9A	2,33B	24,2A	2,9B
CV(%)	10,90		3,24		17,72		15,51	
<b>Verão</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	18,5A	6,7B	45,3A	23,7B	10,0A	9,44A	30,8A	14,2B
Calbit C 0,3%	14,7A	5,9B	39,9A	19,9B	10,0A	7,89A	29,2A	10,6B
Chelal Ca 0,3%	10,8A	5,2B	41,9A	20,7B	8,1A	8,56A	37,6A	15,1B
C. carb C6	19,3A	7,1B	43,1A	21,3B	9,8A	7,67A	34,1A	10,7B
C. phosp C6	15,6A	6,6B	43,4A	21,4B	9,3A	8,44A	32,8A	12,0B
Água	16,9A	5,8B	41,9A	20,4B	10,0A	8,22A	31,4A	11,3B
CV(%)	27,15		5,89		7,93		10,71	
<b>Outono</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,2A	5,7B	45,8A	22,7B	3,4A	0,00B	23,1A	4,8B
Calbit C 0,2%	7,7A	5,3B	46,0A	22,2B	2,1A	0,00B	17,8A	5,4B
Chelal Ca 0,2%	6,0A	5,2B	44,1A	22,3B	0,7A	0,00B	31,1A	7,6B
C. carb C6	7,3A	5,5B	46,4A	21,3B	2,3A	0,00B	22,3A	4,9B
C. phosp C6	7,4A	5,6B	46,1A	22,3B	2,7A	0,00B	27,0A	4,8B
Água	7,1A	5,4B	45,2A	20,9B	3,9A	0,11B	24,3A	4,9B
CV(%)	18,19		3,11		92,63		23,85	
<b>Inverno</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	8,8A	5,6B	48,7A	21,8B	9,6A	0,00B	25,0A	7,8B
Calbit C 0,2%	10,0A	5,7B	45,4A	21,7B	9,6A	0,00B	27,8A	6,6B
Chelal Ca 0,1%	9,1A	5,5B	47,4A	23,1B	9,9A	0,00B	36,7A	9,3B
C. carb C6	8,9A	5,6B	49,7A	22,3B	8,0A	0,11B	31,3A	8,7B
C. phosp C6	9,5A	5,5B	49,2A	23,2B	9,7A	0,11B	26,9A	7,3B
Arnica C6	9,1A	5,3B	46,9A	22,2B	9,9A	0,00B	27,6A	7,3B
Água	10,5A	5,3B	46,8A	22,9B	8,8A	0,00B	30,0A	7,1B
CV(%)	12,34		5,69		10,75		9,80	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03

2/ Na ANOVA foi usada  $\sqrt{X}$ .

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

### 3.2 Avaliação visual da queima das bordas

Nas duas avaliações visuais, do número de plantas afetadas e da intensidade da queima das bordas das folhas, verificou-se a maior suscetibilidade à queima da cultivar 'Brasil-303' em todos os experimentos (Quadro 7).

PEDROSA et al. (2000) ao estudarem o desempenho de 19 cultivares de alface em cultivo hidropônico verificaram que 'Brasil-303' e 'Lucy Brown' foram bastante suscetíveis à queima das bordas, mesmo em condições de inverno, embora cultivares do grupo lisa tenham sido mais suscetíveis à queima que cultivares do grupo crespa ou americana.

Diferenças quanto a suscetibilidade entre cultivares também foram verificadas por COMETTI et al. (2004) e segundo os autores estes resultados evidenciam mais uma vez que diferenças genéticas devem ser consideradas nos estudos de algumas variáveis ambientais sobre a queima das bordas.

Não foram observados efeitos significativos dos produtos pulverizados na prevenção da queima das bordas (Quadro 7). Alguns trabalhos mostraram que a aplicação com Ca via foliar não é prática segura na prevenção da queima das bordas (BORKOWSKI e SZWONEK, 1994; WISSEMEIER e ZÜHLKE, 2002).

No experimento de primavera, na primeira avaliação visual, observou-se maior intensidade de queima em plantas da 'Brasil-303' pulverizadas com Chelal Ca 0,75% comparadas às pulverizadas com água. Na segunda avaliação, os produtos Calbit C 0,75%, Chelal Ca 0,75% e  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  proporcionaram maiores números de plantas com queima em relação a pulverização com água na 'Lucy Brown' (Quadro 7) No entanto, deve-se considerar que, em parte, a queima em plantas pulverizadas com Calbit C e Chelal Ca é proveniente do efeito fitotóxico destes produtos, sendo mais pronunciado com Chelal Ca.

Na cultivar 'Brasil-303', verificou-se menor intensidade de queima nas pulverizações com *C. phosphorica* C6 em relação à aplicação de água, no cultivo de primavera (Quadro 7). *C. phosphorica* é preparado homeopático destinado aos tecidos (BRUNIINI e SAMPAIO, 1994), podendo atuar também sobre os tecidos vegetais. Os medicamentos homeopáticos, comprovadamente

exercem a ação curativa, assim como ação preventiva ARENALES (2004). CASTRO et al. (1999) verificaram efeito de dinamizações centesimais de *Phosphorus* sobre o número de folhas, a produção de massa da parte aérea de plantas fresca e seca de rabanete, afetando também o metabolismo destas plantas, diminuindo o acúmulo de reservas nas raízes. Segundo ANDRADE (2000) a resposta do organismo vivo a qualquer homeopatia depende da similaridade, da dinamização, do tempo de aplicação e da forma de aplicação. Assim, outras dinamizações de *C. phosphorica*, bem como outros preparados homeopáticos devem ser testados visando a prevenção da queima das bordas em alface.

No experimento de verão, as aplicações de Chelal Ca 0,3% ocasionaram maior intensidade e maior número de plantas com queima para a 'Lucy Brown' na primeira e na segunda avaliação, e maior intensidade para a 'Brasil-303' na primeira avaliação, quando comparadas às pulverizações com água (Quadro 7).

Maior intensidade de queima, no experimento de outono, foi observada nas pulverizações com Chelal Ca 0,2% na cultivar 'Lucy Brown' na primeira avaliação visual (Quadro 7).

No período de inverno, verificou-se na primeira avaliação visual efeito do  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  reduzindo o NPLQ indicando atraso no sintoma por este produto, enquanto que na segunda avaliação o produto Chelal Ca 0,1% proporcionou maior intensidade da queima para a cultivar 'Lucy Brown'. THIBODEAU e MINOTTI (1969) verificaram que a pulverização foliar com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  foi efetiva no controle da queima das bordas, e CORGAN E COTTER (1971) também verificaram a possibilidade de prevenção da queima das bordas com aplicações foliares de Ca quelatizado em alface.

Nos experimentos de outono e de verão houve maior severidade da queima, como indica a intensidade da queima, que aquelas observadas, nestas mesmas cultivares, por INOCENTINNI et al. (2002a, 2002b) em condições semelhantes de cultivo.

As concentrações do produto comercial Chelal Ca, empregadas não foram adequadas à cultura da alface.

A queima das bordas ocorreu mesmo em condições de outono e de inverno, quando prevalecem temperaturas mais baixas e menores UR% do ar,

ambiente considerado oposto às condições favoráveis a queima das bordas (SAURE, 1998). No entanto, no período de condução destes experimentos ocorreram aumentos e quedas bruscas de temperaturas que segundo (SAURE, 1998) também são considerados fatores que favorecem a ocorrência da queima.

Embora, a princípio, a pulverização foliar com Ca possa prevenir a queima sua eficiência pode ser baixa já que a desordem, muitas vezes, ocorre após a formação da cabeça quando o Ca pulverizado não atinge as folhas internas, potencialmente as mais suscetíveis ao distúrbio (WISSEMEIER e ZÜHLKE, 2002).

No entanto, como a queima das bordas é também considerada uma resposta da planta ao estresse e o surgimento dos sintomas pode ocorrer muito tempo após o distúrbio ter sido desencadeado (SAURE, 1998) a antecipação das aplicações foliares com fontes de cálcio e preparados homeopáticos pode também ser um recurso na prevenção dos sintomas de queima das bordas, uma vez que este nutriente está relacionado a resposta da planta ao ambiente.

Quadro 7 – Avaliação visual da queima das bordas das folhas de alface de acordo com o número de plantas queimadas (NPLQ) e a intensidade das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	1ª Avaliação				2ª Avaliação			
	NPLQ <sup>1</sup>		Intensidade <sup>2</sup>		NPLQ <sup>1</sup>		Intensidade <sup>2</sup>	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Primavera</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12,9A	0,2B	2,6A	1,1B	12,0A	6,3*B	3,6A	1,7B
Calbit C 0,75%	12,3A	0,0B	2,9A	1,0B	12,0A	7,0*B	3,1A	2,2B
Chelal Ca 0,75%	12,6A	2,9B	3,4*A	1,7B	12,0A	10,5*A	4,0A	2,0B
C. carb C6	13,9A	0,3B	2,7A	1,1B	11,7A	0,0B	3,3A	1,0B
C. phosp C6	12,0A	0,0B	2,3A	1,0B	12,0A	0,0B	2,5*A	1,0B
Água	14,0A	1,7B	2,5A	1,2B	11,7A	0,8B	3,5A	1,7B
CV(%)	32,72		22,38		16,57		15,41	
<b>Verão</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	9,5A	0,0 B	1,8A	1,0B	23,8A	19,2A	3,7A	2,4B
Calbit C 0,3%	9,3A	0,0 B	2,0A	1,2B	24,0A	19,2A	3,6A	2,9B
Chelal Ca 0,3%	19,5A	14,7*A	3,0*A	2,4*A	24,0A	21,7*A	3,8A	3,3*A
C. carb C6	11,3A	0,2 B	2,0A	1,2B	24,0A	14,5B	3,8A	2,6B
C. phosp C6	12,8A	0,0 B	2,3A	1,0B	24,0A	17,3A	3,7A	2,5B
Água	11,8A	0,5 B	2,2A	1,2B	24,0A	13,5B	3,8A	2,5B
CV(%)	39,16		18,64		13,54		11,12	
<b>Outono</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12,9A	2,1B	2,1A	1,6B	18,0A	20,2A	2,2A	1,5B
Calbit C 0,2%	15,7A	3,6B	2,4A	1,9B	16,0A	18,0A	2,3A	1,5B
Chelal Ca 0,2%	20,7A	17,2*A	2,7A	2,1B	21,0A	21,0A	2,8A	2,1*B
C. carb C6	16,1A	3,9B	2,3A	1,9B	18,3A	19,7A	2,2A	1,5B
C. phosp C6	15,0A	2,8B	2,6A	1,6B	19,2A	17,8A	2,2A	1,6B
Água	15,4A	2,8B	2,3A	1,7B	19,7A	21,0A	2,4A	1,5B
CV(%)	19,88		9,71		5,99		12,55	
<b>Inverno</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	14,8A	5,7*A	2,0A	1,8A	21,8A	19,7A	3,3A	2,5B
Calbit C 0,2%	17,7A	9,7A	2,1A	2,0A	20,3A	21,0A	3,4A	2,6B
Chelal Ca 0,1%	20,5A	9,3A	2,2A	1,8A	20,8A	20,5A	2,9A	3,3*A
C. carb C6	20,7A	10,2A	2,3A	1,8B	21,0A	19,5A	3,5A	2,7B
C. phosp C6	19,8A	13,0A	2,3A	2,0A	21,2A	18,3B	3,5A	2,6B
Arnica C6	19,8A	11,8A	2,1A	2,0A	21,2A	17,3B	3,5A	2,7B
Água	17,8A	9,3A	2,2A	2,0A	20,1A	19,0A	3,5A	2,5B
CV(%)	26,73		10,38		3,99		9,36	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03

2/ Na ANOVA foi usada  $\sqrt{X}$ .

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

#### 4. CONCLUSÕES

A queima das bordas das folhas é um distúrbio relacionado a resposta da planta ao estresse causado pelo ambiente de cultivo, seja na parte aérea ou radicular. Diversas são as variáveis ambientais e da planta envolvidas. Desta forma, apenas pulverizações com fontes de cálcio podem não ser suficientes para conter o desencadeamento do distúrbio, bem como, o surgimento dos sintomas.

Assim, a queima das bordas ocorreu mesmo com a aplicação dos produtos, embora a *C. phosphorica* C6 no experimento de primavera tenha contribuído para redução da intensidade da queima. Outras dinamizações do preparado homeopático *C. phosphorica*, bem como outros preparados homeopáticos devem ser testados.

A antecipação das pulverizações pode ser ferramenta que auxilie na prevenção da queima das bordas.

As pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , no cultivo de verão atuaram sobre o crescimento da planta proporcionando maior acúmulo de massa da parte aérea fresca, na cultivar 'Lucy Brown'.

O produto comercial Chelal Ca, nas concentrações usadas, proporcionou maior número de folhas com queima não sendo adequado para estas cultivares de alface.

## CAPÍTULO 2

### CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE DUAS CULTIVARES DE ALFACE PULVERIZADAS COM HOMEOPATIAS E FONTES DE CÁLCIO

#### 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que assegura à sua cultura progressiva importância econômica (FAQUIN et al., 1996). Seu consumo é feito “*in natura*” sendo importante fonte de vitaminas e sais minerais na alimentação (SGARBIERI, 1987).

A qualidade nutritiva das plantas está relacionada com os teores de carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais e fibras em sua composição necessários, ao ser humano, e também com a presença de constituintes indesejáveis como metais pesados, resíduos de defensivos agrícolas, parasitas, entre outros.

A análise química, ferramenta de grande importância, visa o entendimento das respostas das plantas ao ambiente e o aprimoramento de técnicas agronômicas. De acordo com EPSTEIN (1975) o desempenho fisiológico e nutricional, é função da constituição genética e do ambiente.

As hortaliças folhosas, dentre elas a alface, tendem a acumular nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) nos seus tecidos (FAQUIN et al., 1996). Os teores de nitrato em

vegetais variam entre espécies, cultivares ou mesmo entre órgãos da planta. Segundo Scharpf (1991) citado por DELISTOIANOV (1997), as plantas consideradas acumuladoras de nitrato, em suas partes comestíveis, as concentrações atingem níveis de 2000 a 5000 mg.kg<sup>-1</sup> da massa fresca. A alface está entre as espécies mais acumuladoras.

A alface pode ser cultivada o ano inteiro, utilizando-se cultivares adaptadas a cada estação. Com o cultivo protegido e a hidroponia, o cultivo é possível em locais e épocas de condições desfavoráveis.

Condições que favorecem o crescimento da planta como altas temperaturas e exposição à luz, aliadas ao adequado fornecimento de nutrientes, alta umidade relativa do ar e as características genéticas, têm sido consideradas como favoráveis ao “tipburn” (SAURE, 1998). “Tipburn” ou queima das bordas das folhas de alface é o distúrbio fisiológico relacionado à absorção e distribuição de cálcio nas folhas de alface (THIBODEAU e MINOTTI, 1969). Em alguns casos o controle deste distúrbio tem sido feito por meio de pulverizações foliares com sais solúveis de cálcio (THIBODEAU e MINOTTI, 1969), porém nem sempre eficientes (BORKOWSKI e SZWONEK, 1994).

BARTA e TIBBITTS (1986) estudando Ca em folhas de alface encontraram menores concentrações em folhas internas que em folhas externas já que o Ca é absorvido com auxílio da transpiração. Assim, áreas da planta que têm menor taxa transpiratória em virtude de sua localização recebem menos Ca (WIEN, 1997).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de pulverizações com preparações homeopáticas e com fontes de cálcio sobre a distribuição de Ca, Mg e K em folhas internas e externas e demais nutrientes nas folhas externas das cultivares de alface Brasil-303 e Lucy Brown, em cultivo hidropônico, em quatro épocas de cultivo.

## **2- MATERIAL E MÉTODOS**

Os materiais e métodos relativos a produção de mudas, condução dos experimentos, manejo do sistema hidropônico e colheitas das plantas estão descritos no Capítulo 1 do item 2.1 a 2.9.1.

### **2.9.2 Análise do material vegetal**

As amostras de folhas internas e externas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C por 72 horas. Após a secagem as amostras foram pesadas e processadas em moinho tipo Wiley, utilizando peneira de 20 mesh.

Posteriormente, as amostras de material vegetal foram submetidas às análises específicas visando a determinação de cada nutriente. O N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi determinado de acordo com CATALDO et al. (1975) e N-total determinado pelo método Kjeldahl, descrito por BREMNER (1965). Os demais elementos foram analisados após mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O P foi dosado por espectrofotometria de absorção molecular, com base no desenvolvimento do complexo fósforo-molibídico em meio redutor (BRAGA e DEFELIPO, 1974); o K por fotometria de emissão de chama; o Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica; e o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHARD et al., 1965).

## **2.10. Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade entre produtos e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre cultivares.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Avaliação nutricional

##### 3.1.1 Folhas internas

No cultivo da primavera, na cultivar 'Brasil-303' concentrações de Ca e Mg nas folhas internas foram maiores que na 'Lucy Brown', exceto com a pulverização com Chelal Ca 0,75%, em que as concentrações foram semelhantes. Quanto ao K, na 'Lucy Brown' houve menores concentrações com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , *C. carbonica* e água em relação a 'Brasil-303' (Quadro 5) e, nos demais produtos, a concentração de K foi semelhante nas duas cultivares.

O efeito do produto Chelal Ca 0,75% foi significativo proporcionando menor concentração de Ca na cultivar 'Brasil-303' e maiores concentrações de Mg e K na 'Lucy Brown', em relação a pulverização com água. Pulverizações com *C. phosphorica* C6 e Calbit C 0,75% proporcionaram maiores concentrações de K na cultivar 'Lucy Brown' comparadas à água (Quadro 5).

Na primavera, a pulverização com *C. carbonica* proporcionou menor relação entre Ca/Mg na cultivar 'Lucy Brown' comparada a 'Brasil-303'. Na 'Brasil-303' os valores de Ca/K e Ca/Cátions totais foram maiores, exceto com o produto Chelal Ca 0,75%, que foi semelhantes nas duas cultivares (Quadro 6).

No verão, na cultivar 'Lucy Brown' a concentração de Ca, foi significativamente, menor com a aplicação de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e menores concentrações de Mg com a aplicação de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,3% e *C. carbonica* em relação a 'Brasil-303'. Na 'Brasil-303' houve menor concentração de K em relação a 'Lucy Brown' na pulverização com *C. phosphorica* (Quadro 5). No entanto, deve-se considerar que o  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , neste experimento, na 'Lucy Brown', proporcionou maiores acúmulos de massa da parte aérea fresca e seca (Quadro 5, Capítulo 1). Portanto, este efeito pode ser devido à diluição, ou seja, proporção do Ca nas massas fresca e seca da alface.

Houve efeito de pulverização apenas sobre a 'Brasil-303'. A aplicação de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  proporcionou maiores concentrações de Ca e Mg, a de *C. phosphorica* maior concentração de Mg e a aplicação de Chelal Ca maiores concentrações de Mg e K nas folhas internas (Quadro 5). De forma semelhante, BENINI et al. (2003) também observaram aumento na concentração de Mg em folhas internas de alface, cultivar 'Vera', com aplicações foliares de  $\text{CaCl}_2$  ( $3 \text{ g.L}^{-1}$ ).

Na 'Brasil-303' foi menor a relação Ca/Mg com *C. carbonica* (Quadro 6) ocasionada pela menor concentração de Ca neste com a pulverização deste produto (Quadro 5). Quanto às relações Ca/K e Ca/Cátions totais na 'Lucy Brown' os valores foram menores, comparados a 'Brasil-303', nos produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e *C. phosphorica* (Quadro 6).

No experimento de outono não foram observados efeitos de produtos. Entre as cultivares, observou-se nas pulverizações com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Calbit C, *C. phosphorica*, e água menor concentração de Ca em folhas internas da cultivar 'Lucy Brown'. Quanto ao Mg e K, maiores concentrações foram encontradas na cultivar 'Brasil-303' (Quadro 5).

Na cultivar 'Lucy Brown' foram maiores as relações Ca/Mg (Quadro 6) este efeito foi proporcionado pelas menores concentrações de Mg desta cultivar (Quadro 5).

No experimento de inverno, na 'Brasil-303' foi menor a concentração de Ca com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , *C. carbonica*, *Arnica* e água em relação a 'Lucy Brown'. O preparado homeopático *C. phosphorica* proporcionou menor concentração de K na cultivar 'Lucy Brown', tanto em relação a água como em relação a 'Brasil-303' (Quadro 5).

Na 'Brasil-303' as relações Ca/Mg foram menores nos produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e *C. carbonica* (Quadro 6) devido às menores concentrações de Ca nas pulverizações com estes produtos em relação a cultivar 'Lucy Brown' (Quadro 5). Na 'Brasil-303' houve menores Ca/K, exceto nos produtos Calbit 0,2% e *Arnica* (Quadro 6), em função das menores concentrações de Ca e maiores de K nas pulverizações com estes produtos (Quadro 5), além de menores Ca/Cátions, exceto nos produtos Calbit 0,2%, Chelal Ca 0,1% e *Arnica*, em relação a 'Lucy Brown' (Quadro 6).

Dentre os cátions (Ca, Mg e K) avaliados nas folhas internas nos quatro experimentos, observa-se maiores concentrações de K seguida de Ca e Mg (Quadro 5). Estes resultados corroboram com vários trabalhos que mostram que a alface demanda mais por K que por Ca e Mg (BRES e WESTON, 1992; FERNANDES, 2000; GARCIA et al., 2000; BENINI et al., 2003). BARTA e TIBBITTS (2000) obtiveram as seguintes concentrações de Ca, Mg e K nas folhas internas 0,06; 0,37 e 6,1 dag/kg, respectivamente, sendo a concentração de Ca muito baixa e as concentrações de Mg e K maiores se comparadas às obtidas no presente trabalho. As concentrações de Mg observadas por BARTA e TIBBITTS (1986) foram maiores que as de Ca tanto nas folhas internas como nas folhas externas de alface.

Segundo JONES Jr et al. (1991) a concentração adequada de Mg da alface deve estar na faixa de 0,5 a 0,8%, concentrações abaixo de 0,5% são consideradas baixas em plantas de alface no estágio de oito folhas desenvolvidas. Embora, no presente trabalho, as concentrações de Mg tenham sido menores que 0,5%, não foram observados sintomas de deficiência deste nutriente.

De acordo com BARTA e TIBBITTS (1986), queima das bordas está presente em folhas internas quando a concentração de cálcio está abaixo de 1  $\text{mg.g}^{-1}$  MS, valor bem menor ao considerado por JONES Jr et al. (1991) como baixo na cultura da alface.

Em trabalho desenvolvido por BARTA e TIBBITTS (1986) a concentração de Ca nas folhas internas foi significativamente afetada pelo encobrimento, indicando que o desenvolvimento de folhas jovens é bastante dependente do transporte de Ca pela corrente transpiratória. As folhas internas livres continham 1,48  $\text{mg.g}^{-1}$  MS e folhas internas encobertas 0,63  $\text{mg.g}^{-1}$  MS.

Apenas uma planta com as folhas internas livres manifestou sintomas de queima, enquanto que todas as plantas com folhas internas encobertas apresentaram queima das bordas. Do mesmo modo, nos quatro experimentos observaram-se maiores concentrações de Ca nas folhas externas que nas internas.

Embora a menor concentração de Ca das folhas internas tenha sido  $2,36 \text{ g.kg}^{-1}$  MS (Quadro 5), nos quatro experimentos houve incidência de queima das bordas. Assim, comparar as concentrações obtidas com as citadas na bibliografia torna-se impreciso devido às diferenças entre os ambientes, às amostragens, e, muitas vezes, entre cultivares.

Apesar da cultivar 'Brasil-303' ter se mostrado mais suscetível à queima (Capítulo 1), as concentrações de Ca nas folhas internas foram maiores que em 'Lucy Brown', exceto no experimento de inverno com maiores concentrações de Ca em 'Lucy Brown' (Quadro 5). GARCIA et al. (2000) também observaram maior demanda por Ca pela 'Brasil-303' em relação a 'Lucy Brown'.

De acordo com BRES e WESTON (1992), de modo geral, espera-se que menores níveis de Ca estejam relacionados a suscetibilidade genética à queima das bordas. Os dados com maiores concentrações de Ca na 'Brasil-303', mais suscetível, podem ser devidos à amostragem, pois foram coletados tecidos com queima e tecidos normais inclusive a nervura central das folhas, assim as concentrações de Ca nas margens das folhas podem ser muito menores.

Os produtos pulverizados não afetaram as relações entre cátions (Quadro 5). No entanto, observaram-se maiores relações Ca/Mg nos experimentos de outono e inverno (Quadros 6). Isto se deve às menores concentrações de Mg nestas duas épocas de cultivo. DELISTOIANOV (1997) também observou a tendência de menor acúmulo de Mg em alface cultivada no período do outono comparado ao cultivo de verão.

As pulverizações com *C. phosphorica* proporcionaram maior concentração de K na primavera e menor concentração no inverno, na cultivar 'Lucy Brown' em relação à água (Quadro 5). A reação dos seres vivos aos preparados homeopáticos depende não da quantidade, porém do número de diluições e dinamizações (MENESCAL, 1995) sendo reação individualizada

(DUARTE, 2003). No entanto, como o início das pulverizações variou entre os experimentos (Quadro 1) este fato pode também ter afetado a resposta das plantas.

Quadro 5 – Concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas internas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Cálcio		Magnésio		Potássio	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
g.kg <sup>-1</sup> MS						
<b>Primavera</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,56A	4,22B	3,52A	2,35B	56,68A	50,04B
Calbit C 0,75%	6,32A	4,17B	3,50A	2,45B	51,28A	51,28*A
Chelal Ca 0,75%	5,33*A	5,06A	3,19A	2,92*A	52,53A	53,78*A
C. carb C6	7,25A	4,33B	3,48A	2,48B	58,76A	46,71B
C. phosp C6	6,12A	4,82B	3,20A	2,68B	51,28A	53,36*A
Água	6,91A	4,13B	3,55A	2,29B	54,19A	45,05B
CV(%)	12,39		8,81		5,05	
<b>Verão</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,49*A	3,66B	2,94*A	2,42B	39,23A	41,73A
Calbit C 0,3%	3,21A	4,15A	2,33A	2,57A	40,06A	42,56A
Chelal Ca 0,3%	3,87A	2,92A	2,84*A	2,15B	45,47*A	41,73A
C. carb C6	2,36A	3,28A	2,65A	2,16B	42,56A	42,56A
C. phosp C6	5,13A	3,74A	2,79*A	2,52A	38,82B	44,63A
Água	3,38A	4,84A	2,26A	2,51A	37,99A	41,31A
CV(%)	23,40		8,03		5,45	
<b>Outono</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4,63A	3,74B	1,97A	1,15B	41,67A	36,72B
Calbit C 0,2%	5,36A	3,62B	2,31A	1,14B	40,84A	36,30B
ChelalCa 0,2%	4,72A	4,09A	2,01A	1,27B	39,66A	36,30B
C. carb C6	4,82A	4,07A	1,86A	1,12B	39,19A	35,89B
C. phosp C6	4,89A	3,88B	2,12A	1,15B	40,02A	36,30B
Água	5,06A	3,98B	1,98A	1,20B	43,36A	37,13B
CV(%)	9,66		18,06		2,78	
<b>Inverno</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,36B	4,71A	1,17A	1,15A	38,78A	37,13A
Calbit C 0,2%	3,42A	3,63A	1,09A	1,09A	40,43A	37,13A
ChelalCa 0,1%	3,32A	3,97A	1,11A	1,13A	39,19A	36,30A
C. carb C6	2,61B	4,00A	1,07A	1,20A	36,72A	37,95A
C. phosp C6	3,13A	3,63A	1,07A	1,03A	39,19A	33,00*B
Arnica C6	3,27B	3,80A	1,07A	1,11A	39,19A	37,54A
Água	2,99B	3,87A	1,10A	1,09A	40,02A	36,72A
CV(%)	14,08		7,07		8,10	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 6 – Relações entre Ca/Mg, Ca/K e Ca/Cátions em folhas internas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Ca/Mg		Ca/K		Ca/Cátions	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Primavera</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,14A	1,81A	0,13A	0,08B	0,11A	0,07B
Calbit C 0,75%	1,80A	1,70A	0,12A	0,08B	0,10A	0,07B
Chelal Ca 0,75%	1,66A	1,74A	0,10A	0,09A	0,09A	0,08A
C. carb C6	2,09A	1,75B	0,12A	0,09B	0,10A	0,08B
C. phosp C6	1,92A	1,80A	0,12A	0,09B	0,10A	0,08B
Água	1,95A	1,82A	0,13A	0,09B	0,11A	0,08B
CV(%)	10,32		11,60		10,29	
<b>Verão</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,85A	1,50A	0,14A	0,09B	0,11A	0,08B
Calbit C 0,3%	1,38A	1,61A	0,08A	0,10A	0,07A	0,08A
Chelal Ca 0,3%	1,37A	1,37A	0,09A	0,07A	0,07A	0,06A
C. carb C6	0,90B	1,52A	0,05A	0,08A	0,05A	0,07A
C. phosp C6	1,84A	1,48A	0,13A	0,08B	0,11A	0,07B
Água	1,50A	1,95A	0,09A	0,12A	0,08A	0,10A
CV(%)	22,29		20,33		19,03	
<b>Outono</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,44B	3,26A	0,11A	0,10A	0,10A	0,09A
Calbit C 0,2%	2,32B	3,19A	0,13A	0,10A	0,11A	0,09A
ChelalCa 0,2%	2,48B	3,22A	0,12A	0,11A	0,10A	0,10A
C. carb C6	2,64B	3,65A	0,12A	0,11A	0,11A	0,10A
C. phosp C6	2,31B	3,38A	0,12A	0,11A	0,10A	0,09A
Água	2,66B	3,30A	0,12A	0,11A	0,10A	0,09A
CV(%)	10,57		8,66		7,33	
<b>Inverno</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,90B	4,13A	0,09B	0,13A	0,08B	0,11A
Calbit C 0,2%	3,12A	3,32A	0,08A	0,10A	0,08A	0,09A
ChelalCa 0,1%	2,98A	3,53A	0,08B	0,11A	0,08A	0,10A
C. carb C6	2,43B	3,32A	0,07B	0,11A	0,06B	0,09A
C. phosp C6	2,93A	3,53A	0,08B	0,11A	0,07B	0,10A
Arnica C6	3,09A	3,43A	0,08A	0,10A	0,08A	0,09A
Água	2,72A	3,51A	0,07B	0,10A	0,07B	0,09A
CV(%)	14,14		16,56		14,41	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

### 3.1.2. Folhas externas

No cultivo de primavera, os produtos Calbit C 0,75% e Chelal Ca 0,75% proporcionaram maiores concentrações de Ca nas duas cultivares e menor concentração de K na 'Brasil-303', em relação à água. O produto Chelal Ca 0,75%, na 'Lucy Brown', propiciou maior concentração de Mg em relação à água. Maior concentração de nitrato foi observada na pulverização com Calbit C 0,75% na 'Lucy Brown' (Quadro 9).

Nesta mesma época de cultivo, na 'Brasil-303' foram menores as concentrações de K nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Calbit C 0,75%, Chelal Ca 0,75% e além de menor concentração de nitrato com o produto Chelal Ca 0,75% em relação a 'Lucy Brown' (Quadro 7). O teor de nitrato pode estar relacionado ao menor crescimento das plantas em função do efeito fitotóxico do produto. A 'Lucy Brown' comparada a 'Brasil-303' teve menores Ca/Mg, Ca/K e Ca/Cátions com os produtos Calbit C 0,75% e Chelal Ca 0,75% (Quadro 8).

Houve maiores relações Ca/Mg nas plantas pulverizadas com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Calbit C 0,75% e Chelal Ca 0,75% e maiores Ca/K e Ca/Cátions com os produtos Calbit C 0,75% e Chelal Ca 0,75%, para ambas cultivares (Quadro 8). BENINI et al. (2003) provendo solução nutritiva durante o dia e somente 200 ppm de Ca durante a noite aumentou as relações Ca/K e Ca/K+Mg+Ca e as concentrações de Ca nas folhas internas e externas.

No experimento de verão, 'Lucy Brown' teve menor concentração de Ca com *C. carbonica*, menores concentrações de Mg com os produtos Calbit C 0,3%, *C. carbonica* e água em relação a 'Brasil-303' (Quadro 7).

Na 'Brasil-303', os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,3%, *C. carbonica* e *C. phosphorica*, proporcionaram menores concentrações de K comparados à água (Quadro 7). As concentrações médias de Ca, Mg e K foram maiores que as observadas por DELISTOIANOV (1997) na 'Brasil-303'.

Na 'Lucy Brown' foram menores Ca/K e Ca/Cátions para os produtos Chelal Ca 0,3%, *C. carbonica* e *C. phosphorica* em relação a 'Brasil-303' (Quadro 8). Estes resultados nas plantas pulverizadas com *C. phosphorica*, se devem às maiores concentrações de K e com os produtos Chelal Ca 0,3% e *C. carbonica* a menores concentrações de Ca (Quadro 7).

No verão não houve diferenças significativas entre as concentrações de N-total, em média, 3,85 dag.kg<sup>-1</sup> MS (Quadro 9), maior que o observado por DELISTOIANOV (1997) na 'Brasil-303'. Quanto ao nitrato, apenas com o produto Chelal Ca 0,3%, na cultivar 'Lucy Brown' a concentração foi inferior a 'Brasil-303' (Quadro 9). No entanto, as concentrações de nitrato foram 3 e 4 vezes menores que as observadas por GARCIA et al. (2000) nas cultivares 'Brasil-303' e 'Lucy Brown', respectivamente.

No experimento de outono, não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de Ca, Mg e K (Quadro 7). As concentrações médias de K e Mg foram maiores e as de Ca menores que as observadas por DELISTOIANOV (1997). Na 'Brasil-303' foi menor a relação Ca/Mg com o produto Chelal Ca 0,2% comparada a 'Lucy Brown'. Houve maior Ca/Mg com a aplicação de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, maior Ca/K com o produto Chelal Ca 0,2% e maiores Ca/Cátions com Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e Chelal Ca 0,2% na 'Lucy Brown' em relação a água (Quadro 8).

Embora alguns produtos tenham alterado as relações entre Ca e demais cátions, na primavera e outono (Quadro 8), a pulverização com estes produtos não foram eficientes sobre as mesmas relações nas folhas internas (Quadro 6), possivelmente pelas pulverizações não terem provido quantidades adequadas às folhas internas.

Maiores concentrações de S e P foram verificadas na 'Brasil-303' em relação a 'Lucy Brown' (Quadro 9) o mesmo foi observado por GARCIA et al. (2000), e as concentrações de S e P da 'Lucy Brown' também foram menores que as observadas por FERNANDES (2000). Não houve diferenças significativas entre teores de nitrato (Quadro 9) e, esses foram semelhantes aos teores obtidos por FERNANDES et al. (2002) utilizando a mesma solução nutritiva, porém com as cultivares Babá de verão, Grandes Lagos e Regina.

Na cultivar 'Lucy Brown', comparada a 'Brasil-303', foi menor a concentração de Fe com a aplicação de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, menores concentrações de Zn com Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e *C. phosphorica* e menores concentrações de Mn com *C. carbonica* e *C. phosphorica* (Quadro 10).

No inverno, a aplicação de Chelal Ca 0,1% proporcionou menor concentração de Ca e os produtos Chelal Ca 0,1% e *C. phosphorica* menores concentrações de Mg, na 'Lucy Brown', em relação à água. Comparando as

cultivares foram observadas em 'Lucy Brown' menores concentrações de Ca com os produtos Chelal Ca 0,1% e *C. phosphorica* e menor concentração de Mg com *C. phosphorica*; na 'Brasil-303' menores concentrações de Mg e K com *C. carbonica* (Quadro 7). De modo geral, as concentrações de Ca e Mg foram menores e as de K maiores que as observadas por BARTA e TIBBITTS (2000) em folhas externas que foram, em média, 0,21 dag/kg, 0,35 dag/kg, 7,3 dag/kg, respectivamente.

A pulverização com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  proporcionou a 'Lucy Brown' maior Ca/Mg em relação a água. Entre as cultivares, 'Lucy Brown' apresentou menor Ca/Mg com a aplicação de Calbit C 0,1%, Chelal Ca 0,1%, *C. carbonica* e água, menores Ca/K e Ca/Cátions com Chelal Ca 0,1% e *C. phosphorica* (Quadro 8).

Na cultivar 'Lucy Brown' comparada a 'Brasil-303' houve menor concentração de S com *C. phosphorica* e menores concentrações de nitrato com Calbit C 0,2% e água. Não foram observadas diferenças significativas quanto às concentrações de P e N-total que foram em média  $6,40 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$  e  $3,68 \text{ dag.kg}^{-1} \text{ MS}$ , respectivamente (Quadro 9) estando ambos dentro da faixa de suficiência da alface (JONES JR et al., 1991).

Na 'Brasil-303' e 'Lucy Brown', nas épocas avaliadas, as concentrações médias de N, P, K e Ca estão dentro da faixa considerada ideal por JONES JR et al. (1991), embora as concentrações de Ca tenham ficado bem próximas ao limite inferior. As concentrações médias de Mg estão de acordo com o indicado pelo mesmo autor, exceto no período de inverno com concentrações menores.

Dentre as quatro épocas de cultivo, nas duas cultivares, as maiores concentrações de nitrato foram observadas no experimento de primavera atingindo o máximo de  $3453,66 \text{ mg.kg}^{-1}$  de massa de plantas fresca (Quadro 9) e as menores no experimento de verão com o mínimo de  $498,37 \text{ mg.kg}^{-1}$  de massa fresca (Quadro 9). Mesmo a máxima concentração observada está dentro dos limites máximos de 3000 a  $4000 \text{ mg.kg}^{-1}$  tolerados na Europa (BENOIT e CEUSTERMANS, 1980).

O maior acúmulo de nitrato no experimento de primavera pode estar relacionado às temperaturas altas e à nebulosidade que reduziram a luminosidade dentro da casa de vegetação o que pode ter contribuído com o

maior acúmulo de nitrato. A intensidade luminosa é considerada marcante na acumulação de nitrato nas plantas. Períodos de baixa luminosidade favorecem o maior acúmulo de nitrato (MARSCHNER, 1995).

Diversos são os fatores que afetam a redução do nitrato nas plantas, citando-se os genéticos e os ambientais. O teor de nitrato nas plantas depende da intensidade luminosa, do comprimento do dia, da temperatura do ar e da zona radicular, da disponibilidade de água e de outros nutrientes à planta, e, principalmente da disponibilidade de nitrato no meio de crescimento (MARSCHNER, 1995).

Quanto aos micronutrientes, no outono na cultivar 'Lucy Brown' as concentrações de Fe e Zn foram menores com a aplicação de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e de Mn com *C. carbonica* e *C. phosphorica* comparadas a 'Brasil-303' (Quadro 10).

No inverno, a 'Lucy Brown' em relação a 'Brasil-303' apresentou menores concentrações de Fe com as aplicações de Calbit C 0,2% e *C. phosphorica*, menor concentração de Zn com *C. phosphorica* e menores concentrações de Mn com Calbit C 0,2%, Chelal Ca 0,1% e *C. phosphorica* (Quadro 10).

De modo geral, tanto no experimento de outono quanto no de inverno houve maior acúmulo de Fe pela 'Brasil-303' que 'Lucy Brown' (Quadro 10) com valores acima da faixa considerada ideal por JONES JR et al., 1991. Valores altos de Fe também foram observados por FERNANDES (2000).

As concentrações médias de Zn e Mn estão de acordo com o indicado por JONES JR et al. (1991) e somente Cu se encontra abaixo desta faixa. Na 'Lucy Brown', as concentrações de Zn estão acima e as concentrações de Cu e Mn abaixo dos valores observados por LOPES et al. (2003).

A inibição do transporte de Ca para os pontos de crescimento pode ocorrer em plantas deficientes em Cu, mas é provavelmente sintoma secundário relacionado com a diminuição da capacidade da formação da parede celular (MARSCHNER (1995). Desta forma, a deficiência de Cu pode ter favorecido o sintoma da queima das bordas das folhas nestes experimentos.

As concentrações médias de Ca e Mg encontradas nas folhas externas foram maiores que as observadas por BARTA e TIBBITTS (1986). Assim como nas folhas internas, também nas folhas externas na 'Brasil-303', de modo geral,

houve maiores concentrações de Ca que na 'Lucy Brown'. BRES e WESTON (1992) observaram diferenças significativas nas concentrações de N-NO<sub>3</sub>, N-total, P, Ca, Mg e Na entre duas cultivares de alface (Summer Bibb e Buttercrunch), porém ambas do mesmo grupo.

Com frequência observam-se variações na composição mineral entre cultivares de uma mesma espécie e em muitos casos tais variações intra-específicas na absorção de nutrientes refletem mecanismos de nutrição mineral com controle genético. Especialmente naqueles relacionados com a absorção e translocação de um dado elemento (EPSTEIN, 1975).

Seria esperado que nas cultivares mais suscetíveis fossem menores as concentrações de Ca nos tecidos foliares. No entanto isto não foi observado nestes experimentos. Por outro lado, plantas com crescimento lento são resistentes à queima das bordas TIBBITS e RAO (1968), aparentemente devido a menor demanda por Ca (COLLIER e TIBBITTS, 1984). O cálcio poderia justificar a menor incidência de queima observada na 'Lucy Brown'.

Em todos os experimentos, observaram-se maiores concentrações de Ca, Mg e K nas folhas externas que folhas internas, resultados condizentes com BARTA e TIBBITTS (2000); PEDROSA et al. (2003); BENINI et al. (2003). Como o transporte de Ca é dependente da transpiração, em folhas com maior superfície de transpiração há maiores quantidades de Ca (COLLIER e HUNTINGTON, 1983).

De acordo com CERDA et al. (1979) a concentração crítica de Ca que condiciona a queima das bordas é de 0,04 dag/kg. No entanto, a queima das bordas das folhas ocorreu mesmo quando as concentrações foliares de Ca foram maiores que a concentração crítica. As pulverizações não foram eficientes na prevenção do distúrbio. Segundo CORGAN e COTTER, 1971 pulverizações foliares apenas com Ca não controlam a queima das bordas, possivelmente, devido a insuficiente translocação do Ca às folhas afetadas, por isso esses autores sugeriram que tratamentos que afetam a translocação do Ca fossem estudados.

No verão, plantas pulverizadas com *C. carbonica* e *C. phosphorica* tiveram menores concentrações de K em relação à água, na 'Brasil-303'. No inverno, a pulverização com *C. phosphorica* proporcionou menor concentração de Mg comparada à água, na 'Lucy Brown'. Desta forma, estes preparados

homeopáticos atuaram sobre os mecanismos de resposta das plantas, mesmo que aparentemente, de forma distinta. Entretanto, a forma de atuação da homeopatia e os mecanismos acionados pelo vegetal são ainda desconhecidos.

Cada homeopatia causa efeitos particulares no ser vivo (KENT, 1996). De acordo com VITHOULKAS (1980), o reequilíbrio está relacionado com a “energia vital” e com o mecanismo de defesa da planta. Quando há similitude entre preparado homeopático e o organismo, a “energia vital” responde, contrapondo a “energia” do medicamento na mesma intensidade. Assim, dependendo da dinamização, têm-se respostas diferentes do organismo (HAMLY, 1979).

Quadro 7 – Concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas externas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Cálcio		Magnésio		Potássio	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
g.kg <sup>-1</sup> MS						
<b>Primavera</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16,94A	17,99A	4,21A	4,74A	58,35B	67,07A
Calbit C 0,75%	24,18*A	24,19*A	4,50A	4,95A	55,85*B	68,73A
Chelal Ca 0,75%	25,72*A	23,64*A	5,61*A	5,74A	50,04*B	65,82A
C. carb C6	15,00A	14,41A	4,64A	4,85A	61,67A	66,24A
C. phosp C6	15,22A	15,92A	4,76A	5,43A	68,73A	72,06A
Água	15,24A	15,80A	4,64A	5,32A	62,50A	67,90A
CV(%)	10,59		8,12		4,94	
<b>Verão</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16,55A	14,99A	5,57A	5,88A	58,77*A	58,76A
Calbit C 0,3%	18,57A	17,37A	7,00A	6,07B	66,66A	60,42A
Chelal Ca 0,3%	15,67A	12,66A	5,75A	5,23A	59,59*A	66,24A
C. carb C6	18,10A	13,46B	6,13A	5,09B	58,35*A	59,59A
C. phosp C6	16,02A	15,97A	5,65A	6,41A	53,78*B	69,56A
Água	17,68A	16,05A	7,12A	5,77B	76,63A	63,75B
CV(%)	10,90		8,34		10,62	
<b>Outono</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	14,17A	16,59A	4,40A	4,75A	64,36A	65,18A
Calbit C 0,2%	17,26A	14,69A	5,29A	4,56A	69,31A	65,18A
ChelalCa 0,2%	13,63A	16,10A	4,95A	5,13A	56,52A	62,71A
C. phosp C6	17,45A	13,46A	5,81A	4,60A	77,56A	65,18A
C. carb C6	18,67A	14,75A	6,19A	5,04A	78,38A	67,66A
Água	16,02A	14,23A	5,44A	4,98A	70,54A	69,31A
CV(%)	22,64		16,54		12,72	
<b>Inverno</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	18,69A	16,26A	2,79A	2,83A	79,21A	84,98A
Calbit C 0,2%	18,72A	15,07A	2,89A	2,78A	73,84A	75,49A
ChelalCa 0,1%	17,34A	10,80*B	2,98A	2,42*A	75,08A	66,01A
C. carb C6	15,88A	16,64A	2,61B	3,32A	66,01B	83,33A
C. phosp C6	18,56A	12,22B	3,37A	2,53*B	77,56A	68,89A
Arnica C6	16,38A	14,35A	2,98A	2,96A	75,08A	82,51A
Água	17,13A	15,29A	2,97A	3,25A	78,79A	79,62A
CV(%)	16,61		11,43		9,70	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 8 – Relações entre Ca/Mg, Ca/K e Ca/Cátions em folhas externas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Ca/Mg		Ca/K		Ca/Cátions	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Primavera</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4,02*A	3,79*A	0,29A	0,27A	0,21A	0,20A
Calbit C 0,75%	5,37*A	4,89*B	0,43*A	0,35*B	0,29*A	0,25*B
Chelal Ca 0,75%	4,59*A	4,12*B	0,51*A	0,36*B	0,32*A	0,25*B
C. carb C6	3,24A	2,97A	0,24A	0,22A	0,18A	0,17A
C. phosp C6	3,20A	2,93A	0,22A	0,22A	0,17A	0,17A
Água	3,29A	2,97A	0,24A	0,23A	0,18A	0,18A
CV(%)	6,90		9,57		7,04	
<b>Verão</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,99A	2,56A	0,29A	0,26A	0,21A	0,19A
Calbit C 0,3%	2,64A	2,83A	0,28A	0,28A	0,20A	0,20A
Chelal Ca 0,3%	2,72A	2,42A	0,26A	0,19B	0,19A	0,15B
C. carb C6	2,97A	2,66A	0,31A	0,23B	0,22A	0,17B
C. phosp C6	2,84A	2,49A	0,30A	0,23B	0,21A	0,17B
Água	2,49A	2,79A	0,23A	0,25A	0,17A	0,19A
CV(%)	9,25		8,50		6,46	
<b>Outono</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,15A	3,46*A	0,22A	0,25A	0,17A	0,19*A
Calbit C 0,2%	3,21A	3,21A	0,25A	0,22A	0,18A	0,17A
ChelalCa 0,2%	2,72B	3,14A	0,24A	0,26*A	0,18A	0,19*A
C. carb C6	3,02A	2,92A	0,24A	0,22A	0,18A	0,17A
C. phosp C6	2,99A	2,92A	0,22A	0,21A	0,17A	0,16A
Água	2,93A	2,80A	0,23A	0,20A	0,17A	0,16A
CV(%)	7,70		11,61		9,26	
<b>Inverno</b>						
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6,63A	5,76*A	0,24A	0,19A	0,19A	0,16A
Calbit C 0,2%	6,44A	5,42B	0,25A	0,20A	0,19A	0,16A
ChelalCa 0,1%	5,79A	4,41B	0,23A	0,16B	0,18A	0,14B
C. carb C6	6,03A	5,02B	0,25A	0,20A	0,19A	0,16A
C. phosp C6	5,52A	4,85A	0,24A	0,18B	0,19A	0,15B
Arnica C6	5,48A	4,86A	0,22A	0,17A	0,17A	0,14A
Água	5,76A	4,70B	0,22A	0,19A	0,17A	0,16A
CV(%)	9,52		14,67		11,43	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 9 – Concentrações de enxofre, fósforo, nitrato e N-total em folhas externas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		N-Total		Enxofre		Fósforo	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
	mg.kg <sup>-1</sup> MF		dag.kg <sup>-1</sup> MS		g.kg <sup>-1</sup> MS			
<b>Primav</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2363,38A	2322,63A	-	-	-	-	-	-
Calbit C 0,75%	3307,69A	3453,66*A	-	-	-	-	-	-
Chelal Ca 0,75%	2098,93B	2900,80A	-	-	-	-	-	-
C. carb C6	2498,14A	2565,39A	-	-	-	-	-	-
C. phosp C6	2455,69A	2408,45A	-	-	-	-	-	-
Água	2305,60A	2354,59A	-	-	-	-	-	-
CV(%)	13,77							
<b>Verão</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	646,25A	498,37A	3,93A	3,86A	-	-	-	-
Calbit C 0,3%	662,15A	591,51A	3,98A	4,00A	-	-	-	-
Chelal Ca 0,3%	1245,38A	744,32B	3,90A	3,82A	-	-	-	-
C. carb C6	918,89A	542,38A	4,00A	3,75A	-	-	-	-
C. phosp C6	726,35A	702,29A	3,78A	3,57A	-	-	-	-
Água	778,61A	932,63A	3,98A	3,62A	-	-	-	-
CV(%)	37,57		7,46					
<b>Outono</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1440,06A	1538,04A	-	-	2,69A	1,74B	7,55A	6,22B
Calbit C 0,2%	1513,46A	1659,13A	-	-	2,71A	1,88B	6,79A	6,47A
Chelal Ca 0,2%	1111,19A	1304,18A	-	-	2,62A	1,71B	7,48A	6,22B
C. carb C6	1592,51A	1337,53A	-	-	2,60A	1,61B	6,37A	5,90A
C. phosp C6	1223,97A	1492,80A	-	-	2,89A	1,66B	7,17A	5,96B
Água	1422,31A	1424,87A	-	-	2,83A	1,76B	7,54A	6,31B
CV(%)	7,12				9,74		27,23	
<b>Inverno</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1454,65A	864,44A	3,51A	3,75A	2,47A	2,33A	6,23A	6,56A
Calbit C 0,2%	1297,37A	743,75B	3,48A	3,86A	2,85A	2,42A	6,10A	6,24A
Chelal Ca 0,1%	887,15A	655,70A	3,52A	3,85A	2,55A	2,17A	6,50A	6,87A
C. carb C6	1168,23A	648,89A	3,87A	3,60A	2,41A	2,30A	6,58A	5,75A
C. phosp C6	928,62A	758,11A	3,64A	3,74A	3,20A	2,06B	7,96A	6,08A
Arnica C6	1129,21A	700,22A	3,62A	3,79A	2,71A	2,10A	6,24A	5,53A
Água	1164,19A	552,92B	3,49A	3,75A	2,70A	2,68A	6,32A	6,49A
CV(%)	32,10		7,66		17,04		18,01	

1/ Período de cultivo em cada estação: Primavera - 01/11 a 22/12/02, verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 10 – Concentrações de ferro, cobre, zinco e manganês em folhas externas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o outono e inverno<sup>1</sup>

Produtos	Ferro		Cobre		Zinco		Manganês	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
mg.kg <sup>-1</sup> MS								
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	205,72A	93,77B	3,60A	2,48A	40,68A	29,48B	186,50A	176,42A
<b>Calbit C 0,2%</b>	145,92A	98,38A	2,68A	2,47A	39,05A	30,18A	235,67A	170,42A
<b>ChelalCa 0,2%</b>	160,90A	167,07A	3,10A	3,22A	48,15A	42,15A	196,75A	229,42A
<b>C. carb. C6</b>	146,48A	105,20A	2,38A	2,03A	37,70A	27,75A	270,75A	176,58B
<b>C. phosp. C6</b>	148,05A	128,83A	2,65A	1,85A	40,43A	28,37B	257,83A	160,50B
<b>Água</b>	136,68A	95,90A	3,05A	3,00A	40,93A	33,55A	221,58A	183,42A
<b>CV(%)</b>	32,15		23,74		16,14		21,45	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	129,87A	118,58A	5,73A	5,88A	40,10A	39,43A	266,58A	207,83A
<b>Calbit C 0,2%</b>	185,37A	116,55B	5,73A	5,87A	39,98A	36,95A	280,67A	204,25B
<b>ChelalCa 0,1</b>	152,10A	126,15A	5,88A	5,87A	46,77A	39,43A	283,00A	166,50B
<b>C. carb C6</b>	121,62A	108,52A	5,82A	6,15A	43,85A	30,60A	251,00A	268,75A
<b>C. phosp C6</b>	192,53A	104,54B	6,87A	5,33A	53,67A	33,95B	337,58A	176,33B
<b>Arnica C6</b>	125,22A	141,95A	5,77A	5,60A	46,82A	35,72A	272,00A	226,92A
<b>Água</b>	183,22A	159,85A	5,72A	6,27A	44,23A	36,17A	295,17A	248,75A
<b>CV(%)</b>	16,25		17,85		19,86		17,30	

1/ Período de cultivo em cada estação: Outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

#### 4. CONCLUSÕES

As pulverizações com preparados homeopáticos e fontes de cálcio não foram suficientes em aumentar as concentrações de Ca nas folhas internas em níveis que evitassem a ocorrência da queima das bordas.

De modo geral, maiores concentrações de Ca foram observadas na cultivar 'Brasil-303' que na 'Lucy Brown'. 'Brasil-303' foi mais suscetível à queima das bordas.

As concentrações de K foram maiores que as de Ca e Mg, tanto nas folhas internas quanto nas externas, nos quatro experimentos.

Independente do produto pulverizado, menores concentrações de K, Ca e Mg foram obtidas nas folhas internas.

Os preparados homeopáticos *C. carbonica* e *C. phosphorica* atuaram sobre os mecanismos de resposta das plantas afetando as concentrações de K e Mg em alguns experimentos.

os teores de Cu foram baixos, o que pode ter favorecido a incidência da queima das bordas, nos cultivos de outono e inverno.

As concentrações de nitrato nas plantas das duas cultivares estão dentro dos níveis considerados adequados ao consumo.

As concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas externas estão dentro da faixa considerada ideal, exceto do Mg no cultivo de inverno com concentrações menores.

As pulverizações não afetaram as relações entre cátions nas folhas internas. Maiores relações Ca/Mg foram observadas nos cultivos de outono e inverno.

## **CAPÍTULO 3**

### **DISTRIBUIÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E POTÁSSIO EM FOLHAS INTERNAS DE DUAS CULTIVARES DE ALFACE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A alface (*Lactuca sativa* L), hortaliça de grande importância na alimentação e saúde humana é fonte de minerais e vitaminas, constituindo-se na mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas.

No entanto, um dos principais problemas enfrentados por produtores de alface é o aparecimento do “tipburn” ou queima das bordas, desordem fisiológica relacionada ao cálcio (THIBODEAU e MINOTTI, 1969). Este distúrbio se caracteriza pela queima das bordas das folhas mais jovens de plantas em crescimento acelerado. Os sintomas embora relacionados com a deficiência localizada de cálcio tem também relação com as diferenças genéticas entre plantas e com os fatores do ambiente. (SAURE, 1998).

Os sintomas estão relacionados à deficiência localizada de Ca nos tecidos em expansão (COLLIER e TIBBITTS, 1982). A distribuição dos cátions Ca, K e Mg nas folhas em crescimento também está envolvida neste distúrbio (BARTA e TIBBITTS, 2000). De acordo com BARTA e TIBBITTS (1986), “tipburn” está presente em folhas internas quando a concentração de cálcio

está abaixo de  $1 \text{ mg.g}^{-1}$  massa de plantas secas, valor bem inferior ao considerado por JONES Jr et al. (1991) como baixo na alface.

Pulverizações foliares com sais de cálcio podem prevenir a ocorrência do sintoma, porém em outras ocasiões não foram eficientes. Embora muitos estudos já tenham sido realizados, os resultados ainda não são conclusivos (SAURE, 1998).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de pulverizações com preparações homeopáticas e com fontes de cálcio sobre a distribuição de Ca, Mg e K ao longo de folhas internas em duas cultivares de alface, em três épocas de cultivo.

## **2- MATERIAL E MÉTODOS**

Os materiais e métodos relativos a produção de mudas, condução dos experimentos, manejo do sistema hidropônico e colheitas das plantas estão descritos no Capítulo 1 do item 2.1 a 2.8.

### **2.9. Avaliações dos experimentos**

#### **2.9.1 Amostragem**

Na colheita de cada experimento foram amostradas três plantas úteis por subparcela e retiradas as folhas internas (dez primeiras folhas maiores que 5 cm de comprimento). Destas as quatro folhas mais externas (7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha) foram recortadas separando-se a lâmina foliar em: borda superior, parte mediana, parte inferior e nervura (Figura 2).

#### **2.9.2 Análise do tecido vegetal**

em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C por 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado e processado em moinho tipo Wiley, utilizando peneira de 20 mesh.

Posteriormente, as amostras de tecido vegetal foram submetidas às análises específicas visando a determinação de cada nutriente.

Os elementos Ca, Mg e K foram analisados após mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O K foi dosado por fotometria de emissão de chama; o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (BLANCHARD et al., 1965).

## 2.10. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade entre produtos e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre cultivares.

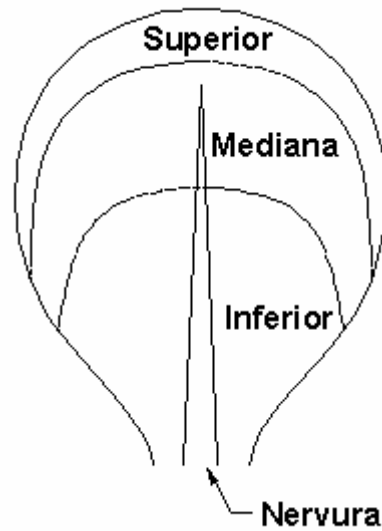


FIGURA 2 – Desenho esquemático do recorte da lâmina foliar em quatro partes visando a análise da distribuição de nutrientes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Concentrações de nutrientes nas folhas internas

No experimento de verão, não houve efeito de produtos pulverizados sobre as concentrações de Ca, Mg e K nas partes analisadas da folha (Quadro 5, 6 e 7).

Comparando as cultivares, quanto a concentração de Ca observou-se diferenças apenas na nervura, com menores valores na cultivar 'Lucy Brown' em relação à 'Brasil-303' nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,3%, *C.carbonica* e *C. phosphorica* (Quadro 5), sugerindo melhor distribuição de Ca na 'Lucy Brown' com estes produtos. Menor concentração de Mg foi encontrada na 'Brasil-303' com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , na parte inferior da folha e com Chelal Ca 0,3% na porção mediana da folha (Quadro 6). A pulverização com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  proporcionou menor concentração de K na 'Lucy Brown' na parte superior da folha (Quadro 7).

No experimento de outono as concentrações de Ca na nervura foram maiores na 'Brasil-303' que na 'Lucy Brown'. O produto Chelal Ca 0,2% proporcionou maior concentração de Ca na parte mediana da folha, na 'Brasil-303' comparado à água e a 'Lucy Brown' (Quadro 5). No entanto, devido a fitotoxicidade, este produto proporcionou os maiores índices de incidência de queima (Quadros 6 e 7, Capítulo 1).

O produto Chelal Ca 0,2% proporcionou maior concentração de Mg na 'Lucy Brown' na parte superior da folha e na 'Brasil-303' na parte mediana da

folha, em relação à água. Na 'Lucy Brown' a aplicação de *C. phosphorica* causou menor concentração de Mg na parte mediana enquanto Calbit C 0,2% na nervura da folha (Quadro 6).

As pulverizações com Calbit C 0,2%, *C. carbonica* e *C. phosphorica* ocasionaram menores concentrações de Mg nas partes superior, inferior e nervura das folhas da 'Lucy Brown' em relação a 'Brasil-303' (Quadro 6).

Menor concentração de K foi observada na nervura da 'Lucy Brown' com a aplicação de Calbit C 0,2%, comparado à água. De modo geral, menores concentrações de K foram observadas na 'Lucy Brown' nas partes superior, mediana e inferior das folhas em relação a 'Brasil-303'. Na 'Brasil-303' houve menores concentrações de K nas nervuras em plantas pulverizadas com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,2%, *C. carbonica* e água (Quadro 7).

No experimento de inverno, as concentrações de Ca não foram afetadas pelos produtos pulverizados. Na 'Brasil-303' foram menores as concentrações de Ca na parte superior, mediana e inferior das folhas e maiores concentrações na nervura, em relação a 'Lucy Brown' (Quadro 5).

Menor concentração de Mg foi observada com Chelal Ca 0,1% na parte mediana da folha da 'Brasil-303' em relação à água. Na 'Brasil-303' ocorreram menores concentrações de Mg na parte mediana e inferior das folhas e maiores concentrações na nervura (Quadro 6).

Entre as cultivares, 'Lucy Brown' teve menores concentrações de K na parte superior da folha; na parte mediana em plantas pulverizadas com Calbit C 0,2%, *C. carbonica*, *C. phosphorica*, *Arnica* e água. Na cultivar 'Brasil-303' as menores concentrações de K na nervura foram constatadas com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Calbit C 0,2%, Chelal Ca 0,1% e *Arnica*. As maiores concentrações de K ocorreram nas nervuras das duas cultivares (Quadro 7).

Nos três experimentos (Quadro 5), pode-se observar que as maiores concentrações de Ca foram encontradas nas nervuras e as menores na porção superior das folhas (bordas das folhas) e que a distribuição do Mg é mais uniforme no limbo foliar nas duas cultivares (Quadro 6). Semelhantemente, BARTA E TIBBITTS (2000) observaram melhor distribuição de Mg, no entanto a concentração média foi  $4,7 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ , variando de 2,8 a  $6,3 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ , maior que as concentrações obtidas nos três experimentos.

As concentrações de Ca na parte superior da folha (bordas apicais) observadas nos experimentos foram maiores que as concentrações (0,2 a 0,4 mg.g<sup>-1</sup>) encontradas por BARTA e TIBBITTS (1991) associadas às áreas danificadas pelos sintomas da queima. No entanto, deve-se considerar que as amostras analisadas (Quadro 5) continham tecidos com sintomas e tecidos sem sintomas e que o método usado por estes autores permite a amostragem pontual do tecido analisando apenas o tecido com sintoma. Contudo, subamostras de lâmina foliar, das quais foram removidas as nervuras, mas incluídos, tecidos sem sintomas, foram relatadas como contendo de 1,1 a 1,7 mg Ca.g<sup>-1</sup> MS (COLLIER e HUNTINGTON, 1983).

O gradiente de concentração de Ca tendo maiores concentrações na nervura e na parte inferior da folha reduzindo-se na parte mediana e na parte superior da folha é consistente com o verificado por Pressman et al. (1993) citados por BARTA e TIBBITTS (2000), em que acumulações de Ca foram geralmente confinadas a tecidos vasculares e porção basal das folhas. Tecidos do ápice e margem distal são os primeiros a amadurecer, pois células de alongação e maturação ocorrem do ápice à base na ontogenia foliar, após a formação das nervuras ter sido estabelecida (Olson et al., 1969 citados por BARTA e TIBBITTS, 2000).

Na 'Lucy Brown' foi melhor a distribuição de Ca nas partes da folha. Isto pode justificar, pelo menos em parte, a menor suscetibilidade desta cultivar à queima das bordas das folhas em relação à cultivar 'Brasil-303'. BARTA e TIBBITTS (2000) encontraram correlação entre a redução na concentração de Ca na parte apical da folha e a queima das bordas. Segundo Creswell (1991) citado por BENINI et al. (2003) a ocorrência de "tipburn" foi mais influenciada pela dificuldade de redistribuição do Ca dentro da planta que propriamente pela quantidade.

As maiores concentrações de K foram encontradas na nervura nas duas cultivares de alface. BARTA e TIBBITTS (1991) verificaram maior concentração de K no ápice foliar e decréscimo ao longo do limbo até a base da folha e da nervura até as margens com teor variando de 30 a 74 mg.g<sup>-1</sup> MS.

Quadro 5 – Concentrações de cálcio, em quatro partes das folhas internas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em quatro estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
g.kg <sup>-1</sup> MS								
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	1,87A	3,01A	5,65A	3,52A	4,73A	7,57A	12,29A	6,46B
<b>Calbit C 0,3%</b>	1,18A	1,50A	4,66A	4,13A	3,90A	5,67A	9,68A	6,41A
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	0,86A	2,57A	4,22A	4,36A	4,10A	5,98A	10,63A	6,67B
<b>C.carbon. C6</b>	1,50A	1,52A	5,02A	2,42A	4,25A	5,73A	10,42A	6,52B
<b>C.phosp. C6</b>	1,45A	1,64A	4,34A	2,95A	4,61A	6,72A	11,44A	6,34B
<b>Água</b>	1,17A	1,91A	4,12A	2,87A	2,95A	5,60A	10,12A	7,04A
<b>CV(%)</b>	80,39		45,90		33,94		23,80	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,76A	0,89A	3,17A	2,49A	3,81A	4,21A	9,17A	6,46B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,56A	0,75A	2,64A	2,83A	3,91A	3,94A	10,66A	4,96B
<b>ChelalCa 0,2%</b>	1,12A	0,97A	4,59*A	2,80B	3,94A	4,24A	8,10A	5,76B
<b>C. carb C6</b>	0,76A	0,82A	2,83A	2,65A	3,68A	4,10A	9,54A	6,17B
<b>C. phosp C6</b>	0,63A	0,91A	3,00A	2,95A	3,88A	4,27A	10,42A	5,89B
<b>Água</b>	0,69A	0,88A	2,85A	2,94A	3,67A	4,00A	9,45A	6,81B
<b>CV(%)</b>	27,91		17,78		8,98		12,04	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,63B	1,32A	2,09B	3,47A	3,80B	6,12A	7,60A	5,65B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,70B	1,67A	2,00B	3,76A	3,58B	6,12A	7,71A	6,25B
<b>Chelal Ca 0,1%</b>	0,61B	1,51A	2,00B	3,92A	3,91B	6,43A	7,73A	5,91B
<b>C. carb C6</b>	0,73A	1,20A	2,21B	3,35A	4,01B	5,81A	8,25A	5,46B
<b>C. phosp C6</b>	0,67B	1,57A	1,97B	4,13A	3,93B	6,42A	8,11A	5,98B
<b>Arnica C6</b>	0,72B	1,55A	2,72B	3,90A	3,81B	6,23A	7,73A	5,86B
<b>Água</b>	0,68B	1,34A	2,40B	3,75A	3,93B	6,36A	8,74A	5,90B
<b>CV(%)</b>	28,55		8,49		12,51		11,72	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 6 – Concentrações de magnésio, em quatro partes das folhas internas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
	g.kg <sup>-1</sup> MS							
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	3,10A	3,06A	2,65A	2,96A	2,40B	2,99A	2,63A	2,27A
<b>Calbit C 0,3%</b>	2,69A	2,16A	2,32A	2,89A	2,13A	2,38A	2,55A	1,92A
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	2,63A	2,87A	2,15B	3,77A	2,37A	2,50A	2,63A	2,23A
<b>C.carb. C6</b>	2,89A	2,32A	2,53A	2,26A	2,20A	2,39A	2,64A	2,38A
<b>C.phosp. C6</b>	2,76A	2,29A	2,27A	2,44A	2,30A	2,40A	2,44A	2,28A
<b>Água</b>	2,84A	2,56A	2,20A	2,42A	2,14A	2,50A	2,33A	2,57A
<b>CV(%)</b>	21,29		34,00		25,73		19,16	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	1,97A	1,87A	1,86A	2,16A	2,12A	1,98A	2,81A	2,25A
<b>Calbit C 0,2%</b>	1,99A	1,68B	1,64B	2,17A	2,13A	1,84B	2,71A	1,74*B
<b>ChelalCa 0,2%</b>	2,00A	2,02*A	2,27*A	2,33A	2,26A	2,18A	2,75A	2,16A
<b>C. carb. C6</b>	2,01A	1,74B	1,77B	2,17A	2,19A	1,79B	2,87A	2,12B
<b>C. phosp. C6</b>	1,92A	1,72B	1,86A	2,00*A	2,21A	1,91B	2,93A	1,90B
<b>Água</b>	1,93A	1,81A	1,80B	2,34A	2,17A	1,86B	2,85A	2,46A
<b>CV(%)</b>	4,56		10,08		7,41		14,29	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	2,46A	2,02A	1,70B	2,46A	2,13B	2,92A	2,64A	1,66B
<b>Calbit C 0,2%</b>	2,38A	2,19A	1,78B	2,63A	2,08B	2,79A	2,55A	2,01B
<b>Chelal Ca 0,1%</b>	2,43A	2,05A	1,64*B	2,79A	2,17B	3,05A	2,55A	1,99B
<b>C. carb. C6</b>	2,56A	2,00B	1,87B	2,50A	2,24B	2,76A	2,19A	1,64B
<b>C. phosp. C6</b>	2,48A	2,17A	1,76B	2,76A	2,18B	3,02A	2,66A	1,98B
<b>Arnica C6</b>	2,40A	2,14A	1,89B	2,65A	2,02B	3,04A	2,59A	1,87B
<b>Água</b>	2,45A	1,98A	1,88B	2,57A	2,08B	2,96A	2,81A	1,81B
<b>CV(%)</b>	14,12		13,12		10,19		13,39	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 7 – Concentrações de potássio, em quatro partes das folhas internas das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto Pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
g.kg <sup>-1</sup> MS								
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	39,77A	33,12B	35,74A	33,12A	34,94A	34,53A	44,40A	52,26A
<b>Calbit C 0,3%</b>	37,55A	35,94A	32,72A	30,30A	30,91A	30,71A	40,58A	41,58A
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	40,58A	35,34A	34,73A	36,14A	35,54A	34,13A	47,22A	49,44A
<b>C.carb. C6</b>	39,57A	36,55A	32,32A	29,50A	33,32A	30,91A	44,00A	55,48A
<b>C.phosp. C6</b>	40,37A	35,14A	33,53A	31,71A	34,73A	35,34A	40,98A	50,65A
<b>Água</b>	41,99A	36,35A	33,73A	32,12A	34,13A	30,10A	41,38A	53,87A
<b>CV(%)</b>	9,44		11,22		21,30		15,07	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	39,27A	33,67B	33,29A	31,16A	33,09A	28,46B	42,55B	56,65A
<b>Calbit C 0,2%</b>	41,01A	31,94B	35,22A	29,62B	34,45A	28,46B	43,71A	45,26*A
<b>ChelalCa 0,2%</b>	37,53A	32,90B	34,06A	30,01B	33,09A	28,65B	44,10B	49,31A
<b>C. carb. C6</b>	38,89A	31,55B	34,06A	29,23B	35,02A	27,88B	44,68B	52,78A
<b>C. phosp. C6</b>	40,24A	31,74B	35,22A	29,23B	34,45A	28,85B	46,61A	49,12A
<b>Água</b>	38,69A	32,90B	33,67A	32,51A	34,45A	28,46B	44,10B	59,54A
<b>CV(%)</b>	5,58		5,51		5,31		11,63	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	40,91A	31,79B	33,57A	31,39A	31,98B	37,73A	46,26B	54,19A
<b>Calbit C 0,2%</b>	38,33A	31,79B	34,96A	30,60B	32,58A	35,35A	44,28B	52,61A
<b>Chelal Ca 0,1%</b>	39,92A	33,57B	33,37A	31,39A	31,79A	36,74A	44,67B	55,78A
<b>C. carb. C6</b>	40,51A	32,38B	35,75A	30,79B	32,98A	35,35A	43,29A	50,23A
<b>C. phosp. C6</b>	38,33A	31,79B	35,55A	30,99B	32,58A	36,54A	46,46A	50,62A
<b>Arnica C6</b>	39,72A	32,38B	35,35A	30,79B	31,79A	36,74A	45,86B	55,58A
<b>Água</b>	42,10A	31,98B	37,14A	30,60B	33,17A	37,14A	48,64A	53,99A
<b>CV(%)</b>	4,00		6,07		9,13		8,06	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

### 3.2. Relações entre cátions nas folhas internas

Os resultados referentes às relações entre cátions se encontram nos Quadros de 8 a 12.

Em condições de verão, na 'Lucy Brown' comparada à 'Brasil-303' foram menores as concentrações de cátions totais na parte superior da folha nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , *C. phosphorica* e água e na parte mediana com *C. carbonica* (Quadro 8).

As relações Ca/Mg foram menores na 'Lucy Brown' na parte mediana e na nervura, e na 'Brasil-303' na parte inferior da folha (Quadro 9).

Na cultivar 'Lucy Bown' houve menores valores Ca/K na nervura não havendo diferenças significativas nas demais partes das folhas, nem entre cultivares nem entre produtos pulverizados (Quadro 10).

Na 'Brasil-303' as relações Ca/Cátions totais foram menores na parte inferior da folha com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,3% e água. Na 'Lucy Brown' as relações Ca/Cátions totais foram menores na nervura, em todos os produtos aplicados (Quadro 11).

No experimento de outono, foram menores as concentrações de cátions totais na parte mediana nas pulverizações com Calbit C 0,2%, *C. phosphorica* e na nervura com Calbit C 0,2%, comparados à água (Quadro 8), pois estes produtos proporcionaram menores concentrações de Mg e K nestes tecidos.

Comparando as cultivares em 'Lucy Brown' houve menores concentrações de cátions totais na parte superior, mediana e inferior da folha com os produtos Calbit C 0,2%, *C. phophorica*, *C. carbonica* e Chelal Ca 0,2% (Quadro 8).

Maior relação Ca/Mg foi observada na parte mediana com Chelal Ca 0,2% na 'Brasil-303', em relação à água (Quadro 9). Tal resultado se deve ao efeito do aumento da concentração de Ca com este produto, na parte mediana da folha.

Na 'Brasil-303' foram menores as relações Ca/Mg na parte superior da folha com a aplicação de *C.phosphorica* e na parte inferior com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , *C. carbonica*, *C. phosphorica* e água. Na 'Lucy Brown' foram menores os valores de Ca/Mg na parte mediana com os produtos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,

Calbit C 0,2%, Chelal Ca 0,2%, *C. carbonica* e água e na nervura com Calbit C 0,2% (Quadro 9).

O produto Chelal Ca 0,2% proporcionou maior relação Ca/K e Ca/Cátions totais na parte mediana da folha 'Brasil-303' comparado à água e à cultivar 'Lucy Brown' (Quadro 10 e 11), conseqüência de maiores concentrações de Ca. Na parte inferior da folha, na 'Lucy Brown' houve maiores Ca/K e Ca/Cátions totais, enquanto que na nervura as concentrações foram maiores na cultivar 'Brasil-303' (Quadros 10 e 11).

No experimento de inverno, o produto Chelal Ca 0,1% proporcionou menores concentrações de cátions totais na parte mediana da folha da cultivar 'Brasil-303' (Quadro 8), como conseqüência das menores concentrações de Mg e K proporcionadas por este produto (Quadros 6 e 7).

Entre as cultivares, 'Lucy Brown' se destacou com menores concentrações de cátions totais na parte superior da folha em todos os produtos pulverizados e, na parte mediana, com a água. Na cultivar 'Brasil-303' foram relatadas menores concentrações de cátions totais na parte inferior nas pulverizações com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chelal Ca 0,1%, *C.phosphorica*, *Arnica* e água e, na nervura, com os produtos Chelal Ca 0,1% e *Arnica* (Quadro 8).

Menores relações Ca/Mg foram observadas na cultivar 'Brasil-303' na parte superior e inferior das folhas, comparada à 'Lucy Brown' (Quadro 9), resultado das menores concentrações de Ca destes tecidos da 'Brasil-303' (Quadro 5).

As relações Ca/K e Ca/Cátions totais não foram afetadas pelos produtos aplicados, havendo diferenças significativas apenas entre cultivares. Maiores Ca/K e Ca/Cátions foram observadas na cultivar 'Lucy Brown' na parte superior, mediana e inferior da folha e, na 'Brasil-303', na nervura (Quadros 10 e 11) refletindo as concentrações de Ca das duas cultivares (Quadro 5).

Analisando os resultados dos três experimentos, nas duas cultivares, observa-se, de modo geral, que as maiores concentrações de cátions totais foram determinadas na nervura; as menores relações Ca/Mg se encontram na parte superior da folha e as maiores na nervura; as menores relações Ca/K e Ca/Cátions totais localizadas na parte superior da folha, sendo que na 'Brasil-303' houve maiores Ca/K e Ca/Cátions na nervura e na 'Lucy Brown' houve tendência de distribuição mais uniforme destas relações.

As relações entre cátions foram bastante influenciadas pelas variações nas concentrações de Ca e K nos tecidos. Segundo MARSCHNER (1995) na absorção pode haver efeito antagônico entre  $K^+$ ,  $Ca^+$  e  $Mg^{2+}$ , sendo que  $K^+$  e  $Ca^+$  competem com mais eficiência com  $Mg^{2+}$  e diminuem significativamente a absorção de  $Mg^{2+}$ .

Foram obtidas maiores concentrações de K seguida de Mg e Ca na parte superior da folha, concordando com o observado por BARTA e TIBBITTS (2000). Tal fato, pode estar relacionado a alterações nos sítios de absorção, pois há maior afinidade por Ca, menor por Mg e por último por K e no entanto outros mecanismos podem também estar controlando as proporções relativas encontradas nos tecidos foliares de alface (BARTA e TIBBITTS, 2000).

As menores concentrações de Ca observadas na parte superior da folha (ápice foliar) são condizentes com as observadas por diversos autores em que menores concentrações de Ca estão associadas a tecidos com queima das bordas (THIBODEAU e MINOTTI, 1969, BARTA e TIBBITTS, 1991, BARTA e TIBBITTS, 2000).

Ao se observar as diferenças de concentrações de Ca entre a nervura e a parte superior da folha verifica-se que na cultivar 'Lucy Brown' estes valores foram menores nos três experimentos e na 'Brasil-303' esta diferença foi menor no cultivo de inverno (Quadro 12). O crescimento mais lento da planta proporciona a distribuição mais uniforme de Ca nas partes das folhas e no inverno a fase vegetativa da alface é favorecida proporcionando ciclos de cultivo mais longos.

Os preparados homeopáticos usados não causaram efeito patogênico nas concentrações de nutrientes e nas relações entre cátions, embora a homeopatia possa atuar sobre a composição química das plantas. ALMEIDA (2002) verificou redução significativa na concentração de cobre nas folhas de plantas de manjeriço previamente intoxicadas com sulfato de cobre com a aplicação de *Cuprum* CH30 possibilitando à planta manter a concentração de cobre satisfatória nas folhas, mesmo sendo mantida em ambiente intoxicante.

DUARTE (2003) trabalhando com plantas de mentrasto (*Ageratum conyzoides*), não verificou efeito patogênico de preparados homeopáticos de partes da própria planta de mentrasto, no entanto, estes preparados causaram

efeito no conteúdo de óleo essencial da planta, metabólito de defesa mostrando resposta da planta a homeopatia.

Quando há similitude entre preparado homeopático e o organismo, a “energia vital” responde, contrapondo-se a “energia” do medicamento na mesma intensidade. Assim, dependendo da dinamização, têm-se respostas diferentes do organismo (HAMLY, 1979). Segundo ANDRADE (2000) a resposta do organismo vivo a qualquer homeopatia depende da similaridade, da dinamização, do tempo de aplicação e da forma de aplicação.

Assim, outros preparados homeopáticos devem ser testados visando o equilíbrio da planta e a prevenção da queima das bordas em alface.

Quadro 8 – Somatório de cátions (Ca, Mg e K) em quatro partes das folhas de alface, 7ª a 10ª folha maiores que 5 cm de comprimento das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	4,47A	3,92B	4,40A	3,96A	4,21A	4,51A	5,93A	6,10A
<b>Calbit C 0,3%</b>	4,14A	3,96A	3,97A	3,73A	3,69A	3,88A	5,28A	4,99A
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	4,41A	4,08A	4,11A	4,43A	4,20A	4,26A	6,05A	5,83A
<b>C.carb. C6</b>	4,40A	4,04A	3,99A	3,42B	3,98A	3,90A	5,71A	6,44A
<b>C.phosp. C6</b>	4,46A	3,91B	4,01A	3,71A	4,17A	4,45A	5,49A	5,93A
<b>Água</b>	4,60A	4,08B	4,00A	3,74A	3,92A	3,82A	5,38A	6,35A
<b>CV(%)</b>	6,13		7,79		22,01		15,43	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	4,20A	3,64B	3,83A	3,58A	3,90A	3,47B	5,45A	6,53A
<b>Calbit C 0,2%</b>	4,36A	3,44B	3,95A	3,46*B	4,05A	3,42B	5,71A	5,20*A
<b>ChelalCa 0,2%</b>	4,06A	3,59B	4,09A	3,51B	3,93A	3,51B	5,49A	5,72A
<b>C. carb. C6</b>	4,17A	3,41B	3,87A	3,41B	4,09A	3,38B	5,71A	6,11A
<b>C. phosp. C6</b>	4,28A	3,44B	4,01A	3,42*B	4,05A	3,50B	6,00A	5,69A
<b>Água</b>	4,13A	3,56B	3,83A	3,78A	4,03A	3,43B	5,64A	6,88A
<b>CV(%)</b>	4,76		4,59		4,99		10,28	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	4,40A	3,51B	3,74A	3,73A	3,79B	4,68A	5,65A	6,15A
<b>Calbit C 0,2%</b>	4,14A	3,56B	3,87A	3,70A	3,82A	4,43A	5,45A	6,09A
<b>ChelalCa 0,1%</b>	4,30A	3,71B	3,70*A	3,81A	3,79B	4,62A	5,49B	6,37A
<b>C. carb. C6</b>	4,38A	3,56B	3,98A	3,66A	3,92A	4,39A	5,37A	5,73A
<b>C. phosp. C6</b>	4,14A	3,55B	3,93A	3,79A	3,87B	4,60A	5,72A	5,86A
<b>Arnica C6</b>	4,28A	3,61B	4,00A	3,73A	3,76B	4,60A	5,62B	6,33A
<b>Água</b>	4,52A	3,53B	4,14A	3,69B	3,92B	4,65A	6,02A	6,17A
<b>CV(%)</b>	4,42		6,01		9,32		6,78	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 9 – Relações Ca/Mg em quatro partes das folhas de alface, 7ª a 10ª folha maiores que 5 cm de comprimento das cultivares ‘Brasil-303’ e ‘Lucy Brown’, em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Verão</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,57A	0,93A	2,07A	1,17B	1,96B	2,59A	4,70A	2,91B
Calbit C 0,3%	0,42A	0,69A	1,99A	1,41B	1,83A	2,38A	3,80A	3,39A
Chelal Ca 0,3%	0,33A	0,83A	1,96A	1,13B	1,74B	2,45A	4,20A	3,05B
C.carb. C6	0,50A	0,62A	1,90A	1,07B	1,93A	2,39A	3,95A	2,77B
C.phosp. C6	0,50A	0,66A	1,89A	1,21B	2,00B	2,72A	4,70A	2,85B
Água	0,41A	0,71A	1,87A	1,19B	1,37B	2,28A	4,51A	2,74B
CV(%)	57,30		17,38		16,13		17,86	
<b>Outono</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,39A	0,47A	1,70A	1,15B	1,79B	2,13A	3,27A	2,97A
Calbit C 0,2%	0,28A	0,45A	1,61A	1,30B	1,85A	2,15A	3,93A	2,86B
ChelalCa 0,2%	0,55A	0,48A	2,01*A	1,20B	1,75A	1,95A	2,94A	2,78A
C. carb. C6	0,38A	0,47A	1,59A	1,23B	1,68B	2,29A	3,33A	2,96A
C. phosp. C6	0,33B	0,53A	1,60A	1,47A	1,77B	2,25A	3,56A	3,12A
Água	0,36A	0,48A	1,58A	1,26B	1,69B	2,15A	3,33A	2,82A
CV(%)	23,89		7,00		9,44		17,14	
<b>Inverno</b>								
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,26B	0,64A	1,23A	1,42A	1,77B	2,09A	2,89A	3,40A
Calbit C 0,2%	0,29B	0,76A	1,13A	1,43A	1,72B	2,20A	3,05A	3,12A
ChelalCa 0,1%	0,25B	0,73A	1,23A	1,41A	1,80B	2,12A	3,04A	2,99A
C. carb. C6	0,28B	0,60A	1,18A	1,34A	1,78B	2,10A	4,02A	3,33A
C. phosp. C6	0,27B	0,72A	1,12A	1,50A	1,81B	2,12A	3,07A	3,03A
Arnica C6	0,30B	0,72A	1,46A	1,47A	1,88A	2,04A	3,01A	3,14A
Água	0,28B	0,69A	1,28A	1,46A	1,89B	2,14A	3,18A	3,27A
CV(%)	20,93		15,95		6,51		19,76	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 10 – Relações Ca/K em quatro partes das folhas de alface, 7ª a 10ª folha maiores que 5 cm de comprimento das cultivares 'Brasil-303' e 'Lucy Brown', em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,05A	0,09A	0,17A	0,11A	0,14A	0,23A	0,28A	0,12B
<b>Calbit C 0,3%</b>	0,03A	0,04A	0,15A	0,14A	0,13A	0,19A	0,24A	0,16B
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	0,02A	0,07A	0,12A	0,12A	0,12A	0,20A	0,23A	0,14B
<b>C.carb. C6</b>	0,04A	0,04A	0,17A	0,08A	0,13A	0,18A	0,24A	0,12B
<b>C.phosp. C6</b>	0,04A	0,05A	0,14A	0,09A	0,13A	0,19A	0,29A	0,13B
<b>Água</b>	0,03A	0,05A	0,12A	0,09A	0,09A	0,20A	0,25A	0,13B
<b>CV(%)</b>	86,9		57,7		24,5		22,6	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,02A	0,03A	0,10A	0,08A	0,12B	0,15A	0,22A	0,11B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,01A	0,02A	0,07A	0,09A	0,11B	0,14A	0,24A	0,11B
<b>ChelalCa 0,2%</b>	0,03A	0,03A	0,14*A	0,09B	0,12B	0,15A	0,18A	0,12B
<b>C. carb. C6</b>	0,02A	0,03A	0,08A	0,09A	0,11B	0,15A	0,21A	0,12B
<b>C. phosp. C6</b>	0,02A	0,03A	0,08A	0,10A	0,11B	0,15A	0,22A	0,12B
<b>Água</b>	0,02A	0,03A	0,09A	0,09A	0,11B	0,14A	0,22A	0,11B
<b>CV(%)</b>	33,19		20,12		9,14		17,03	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,02B	0,04A	0,06B	0,11A	0,12B	0,16A	0,16A	0,11B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,02B	0,05A	0,06B	0,12A	0,11B	0,17A	0,17A	0,12B
<b>ChelalCa 0,1%</b>	0,02B	0,04A	0,06B	0,12A	0,12B	0,18A	0,17A	0,11B
<b>C. carb. C6</b>	0,02B	0,04A	0,06B	0,11A	0,12B	0,16A	0,19A	0,11B
<b>C. phosp. C6</b>	0,02B	0,05A	0,06B	0,13A	0,12B	0,17A	0,17A	0,12B
<b>Arnica C6</b>	0,02B	0,05A	0,08B	0,13A	0,12B	0,17A	0,17A	0,11B
<b>Água</b>	0,02B	0,04A	0,06B	0,12A	0,12B	0,17A	0,18A	0,11B
<b>CV(%)</b>	30,70		9,35		6,88		15,72	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 11 – Relações Ca: Cátions Totais em quatro partes das folhas de alface, 7ª a 10ª folha maiores que 5 cm de comprimento das cultivares 'Brasil-303' e 'Lucy Brown', em cultivo hidropônico em três estações climáticas<sup>1</sup> de acordo com o produto pulverizado

Produto pulverizado	Superior		Mediana		Inferior		Nervura	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<b>Verão</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,04A	0,08A	0,13A	0,09A	0,11B	0,17A	0,21A	0,11B
<b>Calbit C 0,3%</b>	0,03A	0,04A	0,12A	0,11A	0,11A	0,15A	0,18A	0,13B
<b>Chelal Ca 0,3%</b>	0,02A	0,06A	0,10A	0,09A	0,10B	0,15A	0,18A	0,12B
<b>C.carb. C6</b>	0,04A	0,04A	0,13A	0,07A	0,11A	0,15A	0,18A	0,10B
<b>C.phosp. C6</b>	0,04A	0,04A	0,11A	0,08A	0,11A	0,15A	0,21A	0,11B
<b>Água</b>	0,03A	0,05A	0,10A	0,08A	0,08B	0,15A	0,19A	0,11B
<b>CV(%)</b>	80,6		47,2		20,6		17,9	
<b>Outono</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,02A	0,02A	0,08A	0,07A	0,10B	0,12A	0,17A	0,10B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,01A	0,02A	0,07A	0,08A	0,10B	0,12A	0,19A	0,10B
<b>ChelalCa 0,2%</b>	0,03A	0,03A	0,11*A	0,08B	0,10B	0,12A	0,15A	0,10B
<b>C. carb. C6</b>	0,02A	0,02A	0,07A	0,08A	0,09B	0,12A	0,17A	0,10B
<b>C. phosp. C6</b>	0,01A	0,03A	0,07A	0,09A	0,10B	0,12A	0,17A	0,10B
<b>Água</b>	0,02A	0,02A	0,07A	0,08A	0,09B	0,12A	0,17A	0,10B
<b>CV(%)</b>	31,38		17,04		8,11		13,62	
<b>Inverno</b>								
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	0,01B	0,04A	0,06B	0,09A	0,10B	0,13A	0,13A	0,09B
<b>Calbit C 0,2%</b>	0,02B	0,05A	0,05B	0,10A	0,09B	0,14A	0,14A	0,10B
<b>ChelalCa 0,1%</b>	0,01B	0,04A	0,05B	0,10A	0,10B	0,14A	0,14A	0,09B
<b>C. carb. C6</b>	0,02B	0,03A	0,06B	0,09A	0,10B	0,13A	0,16A	0,10B
<b>C. phosp. C6</b>	0,02B	0,04A	0,05B	0,11A	0,10B	0,14A	0,14A	0,10B
<b>Arnica C6</b>	0,02B	0,04A	0,07B	0,10A	0,10B	0,14A	0,14A	0,09B
<b>Água</b>	0,02B	0,04A	0,06B	0,10A	0,10B	0,14A	0,15A	0,10B
<b>CV(%)</b>	28,05		9,35		6,05		15,72	

1/ Período de cultivo em cada estação: Verão - 22/01 a 14/03/03, outono - 03/04 a 31/05/03 e inverno - 17/07 a 22/09/03.

Na linha, para cada variável, médias das cultivares seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na coluna, médias seguidas de asterisco diferem estatisticamente da média da pulverização com água pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 12 – Diferenças entre concentrações de cálcio, (g.kg<sup>-1</sup> MS) entre a nervura e a parte superior de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o verão, outono e inverno

Produto pulverizado	Verão		Outono		Inverno	
	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown	Brasil 303	Lucy Brown
<i>C.phosporica</i> C6	9,98A	4,70B	9,80A	4,98B	7,45A	4,41B
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	10,42A	3,45B	8,42A	5,57B	6,96A	4,33B
Calbit C	8,50A	4,91B	10,10A	4,20B	7,02A	4,59B
Chelal Ca	9,78A	4,10B	6,98A	4,80B	7,12A	4,41B
<i>C.carbonica</i> C6	8,92A	5,00B	8,78A	5,35B	7,52A	4,26B
<i>Arnica</i> C6	-	-	-	-	7,01A	4,31B
Água	8,95A	5,13B	8,76A	5,93B	8,06A	4,55B
<b>CV(%)</b>	21,05		13,71		17,03	

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se então concluir que:

As pulverizações com preparados homeopáticos e fontes de cálcio não foram eficientes em elevar as concentrações de Ca na parte superior das folhas internas.

Não houve efeito patogénico dos preparados homeopáticos nas concentrações de nutrientes e nas relações entre cátions.

A concentração de Ca se distribui em gradiente caracterizado por maiores concentrações na parte inferior e nervura, diminuindo em direção a parte superior da folha.

A distribuição mais uniforme no limbo foliar foi do Mg.

As maiores concentrações de K foram encontradas nas nervuras das duas cultivares estudadas.

A melhor distribuição de Ca em partes da folha ocorreu na cultivar 'Lucy Brown'.

Na parte superior da folha há maiores concentrações de K seguidas de Mg e Ca.

As maiores concentrações de cátions totais foram determinadas nas nervuras.

Menores relações Ca/Mg foram observadas na parte superior da folha e as maiores na nervura.

Menores relações Ca/K e Ca/Cátions totais foram localizadas na parte superior da folha. A cultivar 'Brasil-303' tem maiores relações Ca/K e

Ca/Cátions na nervura e na cultivar 'Lucy Brown' tendência de distribuição mais uniforme destas relações.

As relações entre cátions foram afetadas pelas variações nas concentrações de Ca e K nos tecidos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A queima das bordas das folhas é um distúrbio relacionado a resposta da planta ao estresse causado pelo ambiente de cultivo, seja na parte aérea ou radicular. Diversas são as variáveis ambientais e da planta envolvidas. Desta forma, apenas pulverizações com fontes de cálcio podem não ser suficientes para conter o desencadeamento do distúrbio, bem como, o surgimento dos sintomas.

Assim, a queima das bordas ocorreu nas quatro épocas de cultivo mesmo com a aplicação de fontes de cálcio e de preparados homeopáticos, mesmo em condições de outono e de inverno, quando prevaleceram temperaturas mais baixas e menores umidades relativas do ar, considerado ambiente desfavorável ao distúrbio.

No entanto, no período dos cultivos de outono e inverno ocorreram aumentos e quedas bruscas de temperaturas fatores que favoreceram a ocorrência da queima, indicando que o estresse causado pelo ambiente é fator importante.

A suscetibilidade a queima das bordas depende da capacidade de resposta da planta às variações do ambiente buscando o equilíbrio metabólico estando o Ca bastante envolvido. Confirmando isto, a cultivar 'Brasil-303' foi mais suscetível à queima das bordas e a melhor distribuição de Ca em partes da folha ocorreu na cultivar 'Lucy Brown'.

Deve-se também considerar que embora a pulverização foliar com Ca possa prevenir a queima sua eficiência pode ser baixa já que a desordem,

muitas vezes, ocorre após a formação da cabeça quando o Ca pulverizado não atinge as folhas internas, potencialmente as mais suscetíveis ao distúrbio.

No entanto, como a queima das bordas é também considerada uma resposta da planta ao estresse e o surgimento dos sintomas pode ocorrer muito tempo após o distúrbio ter sido desencadeado a antecipação das aplicações foliares com fontes de cálcio e preparados homeopáticos pode também ser um recurso na prevenção dos sintomas de queima das bordas, uma vez que este nutriente está relacionado a resposta da planta ao ambiente.

Os preparados homeopáticos *C. carbonica* e *C. phosphorica* atuaram sobre os mecanismos de resposta das plantas afetando as concentrações de K e Mg em alguns experimentos. Embora, não tenha ocorrido efeito patogênico dos preparados homeopáticos sobre as concentrações de nutrientes e as relações entre cátions nas partes da folha (superior, mediana, inferior e nervura).

As pulverizações com preparados homeopáticos e fontes de cálcio não foram suficientes em aumentar as concentrações de Ca nas folhas em níveis que evitassem a ocorrência da queima das bordas.

As concentrações de K foram maiores que as de Ca e Mg, tanto nas folhas internas quanto nas externas. As menores concentrações de K, Ca e Mg foram obtidas nas folhas internas. Na parte superior da folha as concentrações de K foram maiores, porém seguidas de Mg e Ca.

As concentrações de nitrato nas plantas das duas cultivares estão dentro dos níveis considerados adequados ao consumo.

As concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas externas estão dentro da faixa considerada ideal, exceto do Mg no cultivo de inverno com concentrações menores.

A concentração de Ca se distribui em gradiente caracterizado por maiores concentrações na parte inferior e nervura, diminuindo em direção a parte superior da folha, região onde o sintoma se manifesta.

O Mg apresentou distribuição mais uniforme no limbo foliar que o K e o Ca. As maiores concentrações de K e de cátions totais foram encontradas nas nervuras das duas cultivares estudadas.

As pulverizações não afetaram as relações entre cátions nas folhas internas. Maiores relações Ca/Mg foram observadas nos cultivos de outono e inverno.

As relações entre cátions foram afetadas pelas variações nas concentrações de Ca e K nos tecidos nas partes avaliadas da folha (superior, mediana, inferior e nervura).

Os teores de Cu nas folhas foram baixos, o que pode ter favorecido a incidência da queima das bordas, nos cultivos de outono e inverno.

O produto comercial Chelal Ca, nas concentrações usadas não foi adequado para estas cultivares de alface.

Novos testes com fontes de cálcio devem ser realizados. Outras dinamizações do preparado homeopático C. phosphorica e C. carbonica, bem como outros preparados homeopáticos devem ser testados uma vez que, a resposta do organismo vivo a qualquer homeopatia depende da similaridade, da dinamização, do tempo de aplicação e da forma de aplicação. No entanto, os fatores do ambiente devem ser melhor acompanhados, assim como os mecanismos de resposta das plantas de forma a esclarecer um pouco mais o desencadeamento desta desordem facilitando a prevenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.; HO, L.C. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. **Plant and Soil**, 154, p.127-132, 1993.
- ALMEIDA, A.A. **Preparados homeopáticos no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2003. 55p. (Dissertação: Mestrado).
- ALMEIDA, M.A.Z. **Resposta do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) à aplicação de preparações homeopáticas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 101p. (Dissertação: Mestrado).
- ALVARENGA, M.A.R.; SILVA, E.C.; SOUZA, R.J.; CARVALHO, J.G. Teores e acúmulos de macronutrientes em alface-americana, em função da aplicação de nitrogênio no solo e de cálcio via foliar. **Ciência Agrotécnica**, Edição especial, p.1569-1575. 2003
- ANDRADE, F.M.C. **Homeopatia no crescimento e produção de cumarina em chambá (*Justicia pectoralis* Jacq.)**. Viçosa, MG:UFV, 2000. 286p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido**. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.26-33, 2000.
- ARENALES, M.C. A homeopatia na agropecuária orgânica. In: Encontro Mineiro sobre Produção Orgânica de Hortaliças, 1, 1998. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1998. p.24-35.
- ARENALES, M.C. Utilização da homeopatia no controle e prevenção de doenças nos suínos. In: Seminário Brasileiro sobre Homeopatia na Agropecuária Orgânica, 5, Toledo, PR. **Anais...** Viçosa: UFV. 2004; p.45–50.

- ARMOND, C. **Crescimento e marcadores químicos em plantas de *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) tratadas com homeopatia.** Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2003. 128p. (Dissertação: Mestrado).
- BAROLLO, C.R. **Homeopatia: ciência médica e arte de curar.** São Paulo, SP: Robe, 1996. 71p.
- BARTA, D.J.; TIBBITTS, T.W. Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration. **Journal of the American Society of Horticultural Science.** v.111, n.3, p.413-416, 1986.
- BARTA, D.J.; TIBBITTS, T.W. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: comparison of controlled-environment and field-grown plants. **Journal of the American Society of Horticultural Science.** v.116, p.870-875, 1991.
- BARTA, D.J.; TIBBITTS, T.W. Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement. **Journal of the American Society of Horticultural Science.** v.125, n.3, p.294-298, 2000.
- BELTRÃO, J.; TRINDADE, D.; CORREIA, P.J. Lettuce yield response to salinity of sprinkle irrigation water. **Acta Horticulturae**, v.449, p.623-627, 1997.
- BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira** v.21, n. 4, 605-610p. 2003.
- BENOIT, F.; CEUSTERMANS, N. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. **Soiless Culture**, n. 5, p. 47-52, 1996.
- BLANCHARD, R.W.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Proceedings-Soil Science Society of America**, v. 29, n. 1, p. 71-72, 1965.
- BONATO, C.M. Mecanismo de atuação da homeopatia em plantas. In: Seminário Brasileiro sobre Homeopatia na Agropecuária Orgânica, 5, Toledo, PR. **Anais...** Viçosa: UFV. 2004; p. 17-44.
- BORKOWSKI, J.; SZWONEK, E., The effect of temperature on Chinese cabbage tipburn and its control by calcium nitrate or citric acid. **Acta Horticulturae.** 371, p.363-369. 1994.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.21, n. 113, p. 73-85, 1974.
- BREMNER, J.M. Total nitrogen In: BLANCK, C.A., (Ed.). **Methods of soil analysis.** Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part 2, p. 1149-1178.

- BRES, W.; WESTON, L. Nutrient accumulation and tipburn in NFT-grown lettuce at several potassium and pH levels. **HortScience**, v. 27, n. 7, p. 790-792, 1992.
- BRITO, A.A.A. **Casa de vegetação com diferentes coberturas: desempenho em condições de verão**. Viçosa-MG: UFV, 2000.83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- BRUMM, I., SCHENK, M. Influence of nitrogen supply on the occurrence of calcium deficiency in field grown lettuce. **Acta Horticulturae**, n. 339, p. 125-136, 1993.
- BRUNINI, C. **Hahnemann e a cura pelos semelhantes**. In: BRUNINI, C. e SAMPAIO, C. Homeopatia – Princípios, doutrina, farmácia, IBHE. Ed. Mythos: São Paulo, 1993, p. 17-26.
- BRUNINI, C.; SAMPAIO, C. **Matéria médica homeopática**. IBEHE. vol.I. Ed. Mythos: São Paulo, 1982, 199p.
- BRUNINI, C.; SAMPAIO, C. **Matéria médica homeopática**. IBEHE. vol.II. Ed. Mythos: São Paulo, 1992, 200p.
- BRUNINI, C.; SAMPAIO, C. **Matéria médica homeopática**. IBEHE. vol.VI. Ed. Mythos: São Paulo, 1994, 195p.
- BRUNINI, O. Temperatura-base para alface cultivar “White Boston”, em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**. v.35, n.19, p.213-219, 1976.
- CARIBÉ, J.; CAMPOS, J.M. **Plantas que ajudam o homem**. Ed. Pensamento. São Paulo, SP. 321p. 1991.
- CARLINI, E.A.; BRAZ, S.; LANFRANCO, R.P.; TRONCONE, S.T.; ROMANACH, A.K.; PUSTIGLIONE, M.; SPOSATI, M.C.; CUDIZIO FILHO, O.; PRADO, A.I.A. Efeito hipnótico de medicação homeopática e do placebo. Avaliação pela técnica de duplo-cego e cruzamento. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.33, n. 5-6, p. 83-88. 1987.
- CARVALHO, L.M. **Disponibilidade de água, irradiância e homeopatia no crescimento e teor de partenólideo em artemísia**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 139p. (Tese de doutorado).
- CASALI, V.W.D.; CASTRO, D.M.; ANDRADE, M.C. Pesquisa sobre Homeopatia nas plantas. In: Seminário Brasileiro sobre Homeopatia na agropecuária, 3., Campinas do Sul, RS. **Anais...** Viçosa, MG:UFV, Impr. Univ., 2002. p.16-24.
- CASALI, V.W.D. Utilização da homeopatia em vegetais. In: V Seminário Brasileiro sobre Homeopatia na Agropecuária Orgânica. 2004. Viçosa, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 89-117.

- CASTRO, D.M. **Preparações homeopáticas em plantas de cenoura, beterraba, campim-limão e chambá.** Viçosa, MG:UFV, DGU, 2002. 227p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CASTRO, J.P. Patogênesias em algumas plantas. In: Seminário Brasileiro sobre Homeopatia na agropecuária orgânica., I., 1999. Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1999. p.120-124.
- CASTRO, D.M.; CASALI, V.W.D.; ARMOND, C.; HENRIQUES, E.; DUARTE, E.S.M.; ARRUDA, V.M.; ALMEIDA, A.A. Resposta do rabanete à homeopatia *Phosphorus* na escala centesimal. **Horticultura Brasileira**, v.18, 550, 2000. (Suplemento).
- CATALDO, D.A., HAROON, M, SCHRADER, L.E., YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.
- CEASAMINAS - Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura – Agroqualidade – Ceasaminas. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/usuarios/agroqualidade/Alface/alface.htm>. Acesso em 25 de agosto de 2004.
- CERDA, A., BINGHAM, F.T.; LABANAUSKAS, C.K. Blossom-end rot of tomato fruit as influenced by osmotic potential and phosphorus concentrations of nutrient solution media. **Journal of the American Society of Horticultural Science**. v.104, n.2, p.236-239, 1979.
- CHAPIN III, F.S. Integrated responses of plants to stress. **BioScience**, v.41, p.29-36, 1991.
- CHOI, K; LEE, Y. Effect of salinity of nutrient solution on growth translocation and accumulation of <sup>45</sup>Ca in butterhead lettuce. **Acta Horticulturae**, v.548, p.575-580, 2001.
- COLLIER, G.F.; TIBBITTS, T.W. Tipburn of lettuce. **Horticultural Reviews**, v. 4, p. 49-65, 1982.
- COLLIER, G.F.; TIBBITTS, T.W. Effects of relative humidity and root temperature on calcium concentration and tipburn development in lettuce. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 109, n. 2, p. 128-131, 1984.
- COLLIER, G.F.; HUNTINGTON, V.C. The relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution, and tipburn development in field-grown butterhead lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 21, p. 123-128, 1983.
- COMETTI, N.N. Efeito da relação Ca:K na solução nutritiva e do fluxo de fótons fotossintéticos na incidência de queima de bordos (tipburn) na alface em

cultura hidropônica. Disponível em: <<http://www.niltoncometti.com.br>>. Acesso em 30 de outubro de 2004.

COMETTI, N.N.; FRANTZ, J; BUGBEE, B. A colheita antecipada pode prevenir queima de bordas (tipburn) em alface hidropônica cultivada em câmara de crescimento. : Disponível em:<<http://www.niltoncometti.com.br>>. Acesso em 30 de outubro de 2004.

CORGAN J.N.; COTTER, D.J. The effects of several chemical treatments on tipburn of head lettuce. **HortScience**, v.6, n.1, p.19-20, 1971.

COSTA, P.C; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção em alface. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.595-597. 2001.

COX, E.F.; McKEE, J.M.T. A comparison of tipburn susceptibility in lettuce under field and glasshouse conditions. **Journal Horticultural Science**. v. 51, p. 117-122, 1976.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. UFV: Viçosa, 1997, 309p.

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

DUARTE, E.S.M. **Soluções homeopáticas, crescimento e produção de compostos bioativos em *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae)**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2003. 92p. (Dissertação: Mestrado).

EGITO, J.L. **Homeopatia – Introdução ao estudo da teoria miasmática**. 3ª Ed. Robe Editorial: São Paulo. 250p. 1999.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas – princípios e perspectivas**. Livros técnicos científicos ed: Rio de Janeiro. 341p. 1975.

FAO. Guidelines for the production, processing, marketing and labelling of organically produced foods. In: ORGANICALLY PRODUCED FOODS. Codex Alimentarius Commission. 24<sup>th</sup> session [S.l.: s.n.], 2001. 71p.

FARMACOPÉIA homeopática brasileira. São Paulo, SP: Andrei, 1977. 115p.

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

FELIPPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G. (coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU; EDUSP, 1986. v.2, p.231-280.

- FERNANDES, A.A. **Fontes de nutrientes influenciando o crescimento, a produtividade e a qualidade de tomate, pepino e alface, cultivados em hidroponia**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 75p. (Dissertação: Mestrado).
- FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P. R.G.; FONSECA, M.C. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.195-200, 2002.
- FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R. Cultivo de alface em solo em ambiente protegido. **Informe agropecuário**, v.20, n.200/201, p.56-63, 1999.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura** – Agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª Edição. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 412p. 2003.
- FONTES, P.C.R. Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas de alface e depressão amarga dos frutos em maçã: deficiência de Ca? **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, p. 145, 2003.
- GARCIA, L.L.C. **Absorção de macro e micronutrientes e sintomas de carência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia**. Piracicaba. ESALQ. Tese de Mestrado. 78p. 1982.
- GARCIA, N.C.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N.; LIMA, P.C. Absorção de nutrientes por diversas cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de verão. **Horticultura Brasileira**, Suplemento, v.18, p.246-247, 2000.
- GAUDREU, L.; CHARBONNEAU, J. VÉZINA, L.P.; GOSSELIN, A. Photoperiod and photosynthetic photon flux influence growth and quality of greenhouse grown lettuce. **HortScience**, v.29, n. 11, p. 1285-1289, 1994.
- GRANIER, C.; TARDIEU, F. Water deficit and spatial pattern of leaf development. Variability in responses can be simulated using a simple mode of leaf development. **Plant Physiology**, v.119, p.609-619, 1999.
- HAMLY, E.C. **A arte de curar pela homeopatia: O Organon de Samuel Hahnemann**. São Paulo: Prol, 1979. 113p.
- HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p.251-267. 1994.
- INOCENTINNI, M.M.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W. Efeito da aplicação de cálcio e formulações homeopáticas na produção e incidência de tipburn em dois cultivares de alface em sistema NFT no outono. In: Simpósio de iniciação científica. 2002. Viçosa, Viçosa, MG. **Resumos XII simpósio de iniciação científica**, Viçosa: UFV, p.69. 2002a.

- INOCENTINNI, M.M.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W. Efeito da aplicação de cálcio e formulações homeopáticas na produção e incidência de tipburn em dois cultivares de alface em sistema NFT no verão. In: Simpósio de iniciação científica. 2002. Viçosa, Viçosa, MG. **Resumos XII simpósio de iniciação científica**, Viçosa: UFV, p.71. 2002b.
- JACKSON, L.; MAYBERRY, K.; LAEMMLEN, F.; KOIKE, S.; SCHULBACH, K.; CHANEY, W. Iceberg lettuce production in California. Vegetable research and information center. Vegetable production series. University of California. Publication 7215. Disponível em: <http://vric.ucdavis.edu/selectnewcrop.lettuce.html>. Acesso em 31 de outubro de 2004.
- JONES JR, J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook**. Micro-macro publishing inc.: Georgia. 213p. 1991.
- KHANNA, K.K.; CHANDRA,S. Control of tomato fruit rot caused by *Fusarium roseum* with homeopathic drugs. **Indian Phytopathology**, v.29, p.269-272, 1976.
- KASPERBAUER, M. J. Light and plant development. In: Wilkinson, R.E. (ed.). **Plant-environment interactions**. Marcel Dekker Inc., New York. 599p. 1994.
- KENT, J.T. **Filosofia homeopática**. São Paulo: Robe, 1996. 302p.
- KIRKBY, E.A.; PILBEAN, P.J. Calcium as a plant nutrient. **Plant Cell Environ.** v. 7, p.397-405, 1984.
- KOONTZ, H.V.; PRINCE, R.P. Effect of 16 and 24 hours daily radiation (light) on lettuce growth. **Hortscience**. v.21, n.1, p.123-124. 1986.
- KOPP, L.M.; SCHUNEMANN, A.P.P.; NETO, J.B.; LEMOS, C.A.S.; SIMONETTI, R.B.; SILVA, E.S.B. Avaliação de seis cultivares de alface sob duas soluções nutritivas em sistema de cultivo hidropônico. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro.**, v.7, n.1, p.19-25, 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.
- LÊDO, F.J.S. **Diversidade genética e análise dialélica da eficiência nutricional para nitrogênio em alface (*Lactuca sativa* L.)** Viçosa, MG:UFV, 1998. p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. 2 ed. New York: Academic Press, 1982. 497p.

- LOPES, J.S.; NETO DOURADO, D.; MANFRON, P.A.; JASNIEWICZ, L.R. Models to estimate phytomass accumulalation of hydroponic lettuce. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 4, p. 392-400, 2004.
- LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE, J.D.; GARTNER, M.; FRANZENER, G.; CASIMIRO, L.N.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrients por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p.211-215, 2003.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal** v.1, EPU: São Paulo. p. 331-350. 1979.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronômica Ceres: São Paulo, 1980. 251p.
- MARKS, C. **Homeopatia: guia prático**. São Paulo. Callis, 1997. 58p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H. E. P. Queima de bordos de alface. In: CASALI, V.W.D. "Coord.", **Seminários de Olericultura**; Imprensa Universitária, Viçosa, MG, 1988. vol. XV. p.112-136.
- MARTINEZ, H.E.P; SILVA FILHO, J.B. Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. 2 Ed. Viçosa. UFV, 2004, 52p.
- MENESCAL, V. **Evolução do conceito hahnemanniano de enfermidade**. Compêndio de Homeopatia. São Paulo: Robe, 1995. v.7, 466p.
- MISAGHI, I.J. Prevention of tipburn in iceberg lettuce during postharvest storage. **Plant Disease** v.76, n. 11, p. 1169-1170. 1992.
- MISAGHI, I.J.; CROGAN, R.G. Effect of temperature on tipburn development in head lettuce. **Phytopathology** v.68, n. 12, p. 1738-1743. 1978.
- MORENO, J.A. **O direito popular do uso da homeopatia no Brasil**. Belo Horizonte: Hipocrática Hahnemanniana, 1996, 99p.
- MORENO, J.A. **Breve história de Hahnemann – Ciência da homeopatia** . Livro Básico. Belo Horizonte: Hipocrática-Hahnemanniana, 2000. 112 p.
- MORENO, J.A. **Homeopatia metafísica**. Volume 1. 5ª Ed. Belo Horizonte: Hipocrática Hahnemanniana, 2003a, 475p.
- MORENO, J.A. **Homeopatia metafísica**. Volume 2. 4ª Ed. Belo Horizonte: Hipocrática Hahnemanniana, 2003b, 495p.

- MORGAN, L. El cálcio: su importância em hidroponia. In: DELFIN, A.R., **Red Hidroponia** - Boletín Informativo Numero 6. Univ. Nacional Agrária la Molina. Centro de Investigación de Hidroponia y Nutrición Mineral. 2000.
- MOTA, J.H.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira** v. 21, n. 2, p. 234-237. 2003.
- 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. Agronomy**, v.26, n.2, p.211-217, 2004.
- PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; SEDIYAMA, M.A.N.; SALGADO, L.T. Produção de alface em cultivo hidropônico em condições de inverno. **Horticultura Brasileira**, Suplemento, v. 18, p.242-243, 2000.
- PEDROSA, M.W.; MARTINEZ, H.E.P.; CASALI, V.W.D.; SEDIYAMA, M.A.N.; INNOCENTINI, M.M. Aplicação de cálcio e formulações homeopáticas na produção, estado nutricional e incidência de tipburn em alface em sistema NFT, no verão. **Horticultura Brasileira**, v.21, n. 2, p. 289. 2003. Suplemento 1.
- PEREIRA, A.J.; YURI, J.E.; ALVARENGA, M.A.R.; SOUZA, R.J. Produção de alface americana submetida a diferentes doses de cálcio quelatizado. **Horticultura Brasileira**, Suplemento, v. 17, p.309, 1999.
- PIANKA, E.R. **Ecologia evolutiva. Barcelona**: Ediciones Omega. 1982. 365p.
- PLETT, S. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. **Canadian Journal of Plant Science**, v.72, p.1157-1162, 1992.
- ROSEN, C.J.; Leaf tipburn in cauliflower as affected by cultivar, calcium sprays, and nitrogen nutrition. **Hortscience**. v.25, p.660-663. 1990.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth, 1992, 682 p.
- SANDERS, D.C. Lettuce production. North Carolina State University. Horticulture information leaflets. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html>. Acesso em 31 de outubro de 2004.
- SAURE, M.C. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. **Scientia Horticulturae**, v.76, n.3-4, p.131-147, 1998.

- SAURE, M.C. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) – a calcium – or a stress-related disorder. Review: **Scientia Horticulturae**, v.90, p.193-208, 2001.
- SCHEMBRI, J. **Conheça a homeopatia**. 3 ed. Belo Horizonte: Comunicação, 1992. 263 p.
- SCHMITT, J. Is photomorphogenic shade avoidance adaptative? Perspectives from population biology. **Plant, Cell and Environment** 20: p.826-830. 1997.
- SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA,S.R.L. Seleção de cultivares de alface para cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.18, Suplemento, p.244-245, 2000.
- SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas, Ed. UNICAMP, 1987. 387P.
- SILVA, E.C.; LEAL, N.R.; MALUF, W.R. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região norte-fluminense. **Ciência Agrotécnica**, v.23, n.3, p.491-499, 1999.
- SINHA, K.K.; SINGH, P. Homeopathic drugs – inhibitors of growth and aflotoxin production by *Aspergillus parasiticus*. **Indian Phytopathology**, v. 36, p.356-357. 1983.
- STAUB, J.M.; DENG, X. Light signal transduction in plants. Invited Review. **Photochemistry and Photobiology**, v.64, n.6, p.897-905, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.
- TEIXEIRA, M.Z. **Semelhante cura semelhante**: o princípio de cura homeopático fundamentado pela racionalidade científica. São Paulo: Editora Petrus, 1998, 463p.
- THIBODEAU, P.O.; MINOTTI, P.L. The influence of calcium on the development of lettuce tipburn. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v.94, p.372-375. 1969.
- VERMA, H.N.; VERMA, G.S.; VERMA, V.K.; KRISHNA, R.; SRIVASTAVA, K.M. Homeopathic and pharmacopeial drugs as inhibitors of tobacco mosaic virus. **Indian Phytopathology**, v. 22, p.188-193. 1969.
- VITHOUKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura**. Ed. Cultrix: São Paulo, SP. 436p.1981
- VOGT, K.A.; PUBLICOVER, D.A.; BLOOMFIELD, J.; PEREZ, J.M.; VOGT, D.J.; SILVER, W.L. Belowground responses as indicators of environmental change. **Environmental and Experimental Botany**, v.33, n.1, p. 189-205, 1993.

- WIEN, H.C. Lettuce. In: WIEN, H.C. **The physiology of vegetable crops**. New York: Cab international, 1997, 662p.
- WISSEMEIER, A.H.; ZÜHLKE, G. Relation between climatic variables, growth and the incidence of tipburn in field-grown lettuce as evaluated by simple, partial and multiple regression analysis. **Scientia Horticulturae**, v.93, p.193-204, 2002.
- YURI, J.E.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S.A.C.; JÚNIOR, J.C.R. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.229-232. 2002.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Análise de variância de peso da matéria fresca da planta inteira – MFPL, da matéria fresca da parte aérea – MFPA e da matéria seca da parte aérea – MSPA, comprimento do caule - CC, número total de folhas - NTF, número de folhas queimadas do centro - NFQC e número de folhas queimadas totais - NFQT, em alface, em hidroponia, durante a primavera

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPL	MFPA	MSPA	CC	NTF	NFQC	NFQT
Tratamentos	5	9581,018*	8690,834*	10,30730*	17,62346*	0,052863	0,360516*	1,916521*
Resíduo(a)	12	523,7075	496,9398	1,707749	1,657747	0,034083	0,094928	0,120256
Cultivar	1	57880,35*	53875,59*	34,79493*	66,24155*	9,628883*	23,27905*	77,89194*
Trat x Cult	5	367,8166	312,3906	0,397887	2,580410	0,044958	0,154566	0,352273
Resíduo(b)	12	213,9609	187,8057	0,460658	2,372068	0,025626	0,166075	0,304313
CV(%)								
Parcela		11,92	12,94	14,95	9,11	3,73	13,40	9,75
CV%								
Subparcela		7,62	7,95	7,77	10,90	3,24	17,72	15,51

Quadro 2A – Análise de variância de número de plantas queimadas (NPLQ) e o grau de incidência da queima (GRAU) em alface, em hidroponia, durante a primavera

FV	GL	Quadrados Médios			
		1ª Avaliação		2ª Avaliação	
		NPLQ	GRAU	NPLQ	GRAU
Tratamentos	5	0,458483	0,558716*	3,445658*	1,197625*
Resíduo(a)	12	0,256230	0,070525	0,137696	0,145625
Cultivar	1	89,08003*	21,88161*	33,76950*	29,4306*
Trat x Cult	5	0,366010	0,092049	2,893219*	0,427625*
Resíduo(b)	12	0,436633	0,193364	0,163605	0,137292
CV(%) Parcela		25,07	13,52	15,20	15,87
CV%					
Subparcela		32,72	22,38	16,57	15,41

Quadro 3A – Análise de variância de peso da matéria fresca da planta inteira – MFPL, da matéria fresca da parte aérea – MFPA e da matéria seca da parte aérea – MSPA, comprimento do caule - CC, número total de folhas - NTF, número de folhas queimadas do centro - NFQC e número de folhas queimadas totais - NFQT, em alface, em hidroponia, durante o verão

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPL	MFPA	MSPA	CC	NTF	NFQC	NFQT
Blocos	2	10287,34*	7333,497*	6,149096	66,78558*	1,540276	0,019155	1,839969*
Tratamentos	5	13509,89*	10079,38*	3,938379	20,33257	0,410308	0,041037	0,335200
Resíduo(a)	10	1988,059	1474,943	2,816975	7,220068	0,118179	0,055497	0,356788
Cultivar	1	76404,55*	83792,48*	29,06523*	857,8390*	0,129429*	0,339130*	43,96003*
Trat x Cult	5	2090,564	1341,408	1,778043	8,915160	32,70640	0,054054	0,110926
Resíduo(b)	12	854,7228	659,1392	0,986437	9,063771	0,002829	0,055998	0,240025
CV(%)								
Parcela		13,28	13,62	13,92	24,23	6,47	7,90	13,06
CV%								
Subparcela		8,71	9,11	8,24	27,15	5,89	7,93	10,71

Quadro 4A – Análise de variância de número de plantas queimadas (NPLQ) e o grau de incidência da queima (GRAU) em alface, em hidroponia, durante o verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		1ª Avaliação		2ª Avaliação	
		NPLQ	GRAU	NPLQ	GRAU
Blocos	2	3,370976*	0,153403	1,432101*	2,345486*
Tratamentos	5	6,483111*	1,308403*	0,262246	0,197569
Resíduo(a)	10	0,451318	0,043986	0,169755	0,095486
Cultivar	1	60,25832*	7,425625*	5,535957*	8,751736*
Trat x Cult	5	1,581043	0,092292	0,266673	0,189236
Resíduo(b)	12	0,636938	0,109306	0,372139	0,126736
CV(%) Parcela		32,96	11,69	9,15	9,65
CV%					
Subparcela		39,16	18,64	13,54	11,12

Quadro 5A – Análise de variância de peso da matéria fresca da planta inteira – MFPL, da matéria fresca da parte aérea – MFPA e da matéria seca da parte aérea – MSPA, comprimento do caule - CC, número total de folhas - NTF, número de folhas queimadas do centro - NFQC e número de folhas queimadas totais - NFQT, em alface, em hidroponia, durante o outono

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPL	MFPA	MSPA	CC	NTF	NFQC	NFQT
Blocos	2	5810,109*	4816,443*	0,919923	2,844567*	0,013134	1,740854*	0,292076
Tratamentos	5	7932,681*	6272,742*	8,471822*	0,698938	0,012596	0,261603	0,547723
Resíduo(a)	10	1103,690	960,9347	1,741391	0,684642	0,028203	0,224419	0,177836
Cultivar	1	3775,449	12377,85*	5,079125	24,33778*	38,40879*	15,69070*	61,47025*
Trat x Cult	5	269,3813	227,8691	1,624761	0,393704	0,014983	0,151061	0,161279
Resíduo(b)	12	1794,396	1511,934	2,643167	1,302901	0,031652	0,411197	0,732688
CV(%)								
Parcela		9,41	9,93	9,26	13,19	2,94	68,43	11,75
CV%								
Subparcela		12,00	12,46	11,41	18,19	3,11	92,63	23,85

Quadro 6A – Análise de variância de número de plantas queimadas (NPLQ) e o grau de incidência da queima (GRAU) em alface, em hidroponia, durante o outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		1ª Avaliação		2ª Avaliação	
		NPLQ	GRAU	NPLQ	GRAU
Blocos	2	0,785588	0,107253	0,019008	0,134578
Tratamentos	5	2,924049*	0,208642	0,160945*	0,311751*
Resíduo(a)	10	0,493995	0,106327	0,038089	0,055459
Cultivar	1	36,70235*	3,5679028	0,101106	4,719756*
Trat x Cult	5	0,983115	0,058642	0,037158	0,015473
Resíduo(b)	12	0,348272	0,041667	0,068446	0,061353
CV(%) Parcela		23,67	15,51	4,46	11,94
CV%					
Subparcela		19,88	9,71	6,00	12,55

Quadro 7A – Análise de variância de peso da matéria fresca da planta inteira – MFPL, da matéria fresca da parte aérea – MFPA e da matéria seca da parte aérea – MSPA, comprimento do caule - CC, número total de folhas - NTF, número de folhas queimadas do centro - NFQC e número de folhas queimadas totais - NFQT, em alface, em hidroponia, durante o inverno

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPL	MFPA	MSPA	CC	NTF	NFQC	NFQT
Blocos	2	6199,670*	4682,076*	28,35457*	6,887094*	0,668862*	0,090991	0,735067*
Tratamentos	6	763,6135	555,9405	1,980348	0,557822	0,030553	0,018942	0,362105
Resíduo(a)	12	685,9646	568,6487	2,988029	0,507128	0,022057	0,041803	0,158252
Cultivar	1	3453,123	18753,57*	25,08169*	159,1854*	49,45181*	94,05499*	72,10360*
Trat x Cult	6	1039,752	973,3111	3,038264	0,685423	0,017636	0,055160	0,101871
Resíduo(b)	14	993,8267	895,0974	2,637493	0,848838	0,023777	0,027827	0,159473
CV(%)								
Parcela		7,53	7,77	11,67	9,54	2,55	13,18	9,76
CV%								
Subparcela		9,06	9,74	10,96	12,34	2,65	10,75	9,80

Quadro 8A – Análise de variância de número de plantas queimadas (NPLQ) e o grau de incidência da queima (GRAU) em alface, em hidroponia, durante o inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		1ª Avaliação		2ª Avaliação	
		NPLQ	GRAU	NPLQ	GRAU
Blocos	2	4,427319*	0,017857	0,126978*	0,041667
Tratamentos	6	0,494348*	0,025794	0,021556	0,023313
Resíduo(a)	12	0,091351	0,021329	0,014501	0,017361
Cultivar	1	19,84155*	0,482143*	0,36310*	5,180059*
Trat x Cult	6	0,046639	0,023810	0,039394	0,318948*
Resíduo(b)	14	0,942595	0,044643	0,032049	0,080357
CV(%) Parcela		8,32	7,17	2,68	4,35
CV%					
Subparcela		26,73	10,38	3,99	9,36

## APÊNDICE B

Quadro 1B – Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas internas e concentrações de cálcio, magnésio, potássio e nitrato em folhas externas de alface cultivada em hidroponia na primavera

FV	GL	Quadrados Médios						
		CAFI	MGFI	KFI	CAFE	MGFE	KFE	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Tratamentos	5	0,004751	0,000150	0,119544	1,238224*	0,010368*	1,000519*	948114,8*
Resíduo(a)	12	0,003036	0,000598	0,050060	0,027663	0,001267	0,062144	179693,9
Cultivar	1	0,406486*	0,069784*	1,502245*	0,000303	0,017501*	6,423275*	238192,9
Trat x Cult	5	0,019957*	0,002334*	0,535906*	0,019606	0,000801	0,372519*	154899,1
Resíduo(b)	12	0,004676	0,000684	0,069049	0,039154	0,001615	0,099258	126895,7
CV(%)								
Parcela		9,98	8,23	4,29	8,90	7,19	3,91	16,39
CV(%)								
Subparcela		12,39	8,81	5,05	10,59	8,12	4,94	13,77

Quadro 2B – Análise de variância das relações entre cálcio e cátions em folhas externas de alface cultivada em hidroponia na primavera

FV	GL	Quadrados Médios					
		Internas			Externas		
		Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions	Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions
Tratamentos	5	0,065365*	0,000130	0,000078	4,277260*	0,051280*	0,014179*
Resíduo(a)	12	0,019255	0,000069	0,000039	0,065832	0,000908	0,000262
Cultivar	1	0,228446*	0,009390*	0,005275*	1,022974*	0,022063*	0,005278*
Trat x Cult	5	0,037790	0,000306	0,000176	0,017571	0,005185*	0,000948*
Resíduo(b)	12	0,036346	0,000149	0,000086	0,068013	0,000824	0,000227
CV(%)							
Parcela		7,51	7,93	6,96	6,78	10,08	7,57
CV(%)							
Subparcela		10,32	11,60	10,29	6,90	9,57	7,04

Quadro 3B – Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas internas e concentrações de cálcio, magnésio, potássio, nitrato e nitrogênio total em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no verão

FV	GL	Quadrados Médios							
		CAFI	MGFI	KFI	CAFE	MGFE	KFE	N-NO <sub>3</sub>	NTFE
Blocos	2	0,002857	0,000037	0,072933*	0,073721	0,001694	0,559728	42143,41	0,199811
Tratamentos	5	0,026918	0,000985	0,120577	0,097709	0,011622	1,047558	143393,4	0,066858
Resíduo(a)	10	0,008907	0,000389	0,033575	0,101420	0,012274	0,543674	123822,1	0,069063
Cultivar	1	0,001799	0,005469*	0,269723*	0,361952*	0,019194*	0,052219	233345,0	0,228802
Trat x Cult	5	0,029868*	0,002451*	0,159935*	0,038004	0,010311*	1,488781*	86524,91	0,030108
Resíduo(b)	12	0,008065	0,000406	0,051355	0,030755	0,002483	0,442776	79187,54	0,082415
CV(%)									
Parcela		24,58	7,86	4,40	19,80	18,55	11,76	46,97	6,83
CV(%)									
Subparcela		23,40	8,03	5,45	10,90	8,34	10,62	37,57	7,46

Quadro 4B – Análise de variância das relações entre cálcio e cátions em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no verão

FV	GL	Quadrados Médios					
		Internas			Externas		
		Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions	Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions
Blocos	2	0,042525	0,000067	0,000057	0,188887	0,003374	0,001091
Tratamentos	5	0,247348	0,002101*	0,001279*	0,051374	0,002697	0,000818
Resíduo(a)	10	0,112803	0,000590	0,000377	0,080105	0,002265	0,000701
Cultivar	1	0,087528	0,000587	0,000238	0,205974	0,013304*	0,004209*
Trat x Cult	5	0,246807	0,001931*	0,001139*	0,142792	0,002812*	0,000981*
Resíduo(b)	12	0,115201	0,000357	0,000231	0,062353	0,000487	0,000151
CV(%)							
Parcela		22,05	26,15	24,32	10,48	18,34	13,90
CV(%)							
Subparcela		22,29	20,33	19,03	9,25	8,50	6,46

Quadro 5B – Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas internas e concentrações de cálcio, magnésio, potássio e nitrato em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no outono

FV	GL	Quadrados Médios						
		CAFI	MGFI	KFI	CAFE	MGFE	KFE	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Blocos	2	0,001406	0,003688*	0,129345	0,783789*	0,018797*	6,77527*	718842,8*
Tratamentos	5	0,000866	0,000375	0,056588	0,026306	0,007200*	1,45104	99982,81
Resíduo(a)	10	0,001414	0,000316	0,035910	0,031191	0,002044	0,638214	85349,12
Cultivar	1	0,092644*	0,067817*	1,688715*	0,135623	0,022877	1,150485	51316,41
Trat x Cult	5	0,002275	0,000440	0,019146	0,132248	0,006494	0,743136	51345,86
Resíduo(b)	12	0,001810	0,000843	0,011488	0,124522	0,007110	0,740327	149892,3
CV(%) Parcela		8,54	11,05	4,91	11,33	8,87	11,81	20,55
CV(%) Subparcela		9,66	18,06	2,78	22,64	16,54	12,72	27,23

Quadro 6B – Análise de variância das relações entre cálcio e cátions em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no outono

FV	GL	Quadrados Médios					
		Internas			Externas		
		Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions	Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions
Blocos	2	0,891348*	0,000163	0,000072	1,205234*	0,002258*	0,001019*
Tratamentos	5	0,112513	0,000104	0,000060	0,184611*	0,000889	0,000319
Resíduo(a)	10	0,114943	0,000111	0,000064	0,050924	0,000427	0,000148
Cultivar	1	6,626465*	0,001732*	0,000757*	0,046399	0,000229	0,000075
Trat x Cult	5	0,038771	0,000123	0,000068	0,080844	0,000974	0,000367
Resíduo(b)	12	0,094073	0,000097	0,000052	0,054573	0,000706	0,000263
CV(%) Parcela		11,69	9,23	8,13	7,42	9,02	6,96
CV(%) Subparcela		10,57	8,66	7,33	7,70	11,61	9,26

Quadro 7B – Análise de variância das concentrações de ferro, cobre, zinco, manganês, enxofre e fósforo em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no outono

FV	GL	Quadrados Médios					
		FEFE	CUFE	ZNFE	MNFE	SFE	PFE
Blocos	2	9671,523*	6,032569*	696,2067*	7797,584*	0,0000332	0,034080*
Tratamentos	5	1993,513	1,070069	119,4951*	1192,828	0,0003712	0,005337
Resíduo(a)	10	2216,694	0,5059862	15,55366	1009,768	0,0003379	0,003823
Cultivar	1	16205,29*	1,460069	769,1380*	18541,36*	0,0893113*	0,084342*
Trat x Cult	5	2329,079	0,329736	7,925944	3858,982	0,0003018	0,003047
Resíduo(b)	12	1913,672	0,4137488	34,78457	1943,675	0,0002508	0,004214
CV(%)							
Parcela		3,60	26,25	10,79	15,46	8,24	9,39
CV(%)							
Subparcela		32,15	23,74	16,14	21,45	7,12	9,74

Quadro 8B – Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e potássio em folhas internas e concentrações de cálcio, magnésio, potássio, nitrato e nitrogênio total em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no inverno

FV	GL	Quadrados Médios							
		CAFI	MGFI	KFI	CAFE	MGFE	KFE	N-NO <sub>3</sub>	NTFE
Blocos	2	0,031104*	0,000685*	0,712247*	0,318207*	0,0022664	1,834773	28424,66	0,858678*
Tratamentos	6	0,003485	0,000076	0,047410	0,074406	0,0010743	0,960481	99183,80	0,010155
Resíduo(a)	12	0,004981	0,000109	0,020423	0,032127	0,0006254	0,538349	71593,94	0,025566
Cultivar	1	0,065412*	0,000034	0,674317*	1,034356	0,0005093	0,499266	2066440*	0,306886
Trat x Cult	6	0,002989	0,000047	0,076099	0,102029	0,003972*	1,290650	46810,98	0,070699
Resíduo(b)	14	0,002497	0,000061	0,093726	0,070131	0,0011025	0,546311	88205,52	0,079351
CV(%)									
Parcela		19,88	9,39	3,78	11,24	8,1	9,63	28,92	4,35
CV(%)									
Subparcela		14,08	7,07	8,09	16,61	11,43	9,70	32,1	7,66

Quadro 9B – Análise de variância das relações entre cálcio e cátions em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no inverno

FV	GL	Quadrados Médios					
		Internas			Externas		
		Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions	Ca/Mg	Ca/K	Ca/cátions
Blocos	2	0,754565	0,000604	0,000406	1,051497*	0,002441	0,000991
Tratamentos	6	0,220098	0,000235	0,000139	1,114219*	0,000812	0,000338
Resíduo(a)	12	0,496554	0,000410	0,000247	0,1294594	0,001065	0,000405
Cultivar	1	4,531135*	0,007800*	0,005040*	9,428262*	0,025233*	0,010737*
Trat x Cult	6	0,178439	0,000132	0,000079	0,096477	0,000306	0,000138
Resíduo(b)	14	0,205909	0,000244	0,000145	0,271608	0,000947	0,000366
CV(%)							
Parcela		21,96	21,45	18,79	6,57	15,55	12,03
CV(%)							
Subparcela		14,14	16,56	14,41	9,52	14,67	11,43

Quadro 10B – Análise de variância das concentrações de ferro, cobre, zinco, manganês, enxofre e fósforo em folhas externas de alface cultivada em hidroponia no inverno

FV	GL	Quadrados Médios					
		FEFE	CUFE	ZNFE	MNFE	SFE	PFE
Blocos	2	1605,58	5,34649*	726,93*	10670,05*	0,003830*	0,140818*
Tratamentos	6	2097,73	0,12083	33,7648	1478,78	0,001349	0,008419
Resíduo(a)	12	2455,33	0,48816	31,1871	1212,40	0,000878	0,008143
Cultivar	1	9801,21*	0,06482	855,006*	50752,38*	0,017168*	0,012257
Trat x Cult	6	1939,65*	0,69746	61,5025	4883,01	0,002247	0,010507
Resíduo(b)	14	520,38	1,10566	64,8408	1855,33	0,001807	0,013232
CV(%)							
Parcela		35,29	11,86	13,77	13,99	11,88	14,12
CV(%)							
Subparcela		16,25	17,85	19,86	17,30	17,04	18,01

## APÊNDICE C

Quadro 1C – Análise de variância de concentrações de cálcio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,143344	0,007542	0,026796	0,024765
Tratamentos	5	0,009103	0,012461	0,026585	0,011760
Resíduo(a)	10	0,006194	0,016945	0,012713	0,011913
Cultivar	1	0,042598	0,151212	0,405601*	1,578641*
Trat x Cult	5	0,006257	0,015210	0,004206	0,017177
Resíduo(b)	12	0,018278	0,034062	0,030564	0,042566
CV(%) Parcela		46,85	32,38	21,89	12,59
CV(%) Subparcela		80,39	45,90	33,94	23,80

Quadro 2C – Análise de variância de concentrações de magnésio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,009638*	0,002975	0,007851*	0,011808*
Tratamentos	5	0,003135	0,004226	0,001535	0,000564
Resíduo(a)	10	0,000903	0,004570	0,001298	0,001728
Cultivar	1	0,006806	0,017240	0,006626	0,006194
Trat x Cult	5	0,001516	0,006121	0,000502	0,001287
Resíduo(b)	12	0,003258	0,007636	0,003789	0,002124
CV(%) Parcela		11,21	26,30	15,07	17,25
CV(%) Subparcela		21,29	34,00	25,73	19,16

Quadro 3C – Análise de variância de concentrações de potássio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,590501*	1,603212*	4,646212*	9,933646*
Tratamentos	5	0,057863	0,176938	0,197389	0,572628
Resíduo(a)	10	0,053907	0,102985	0,114124	0,457165
Cultivar	1	1,876298	0,243566	0,154295	4,999543
Trat x Cult	5	0,052507	0,036865	0,043032	0,346937
Resíduo(b)	12	0,126703	0,136746	0,502246	0,497885
CV(%) Parcela		6,16	9,73	10,15	14,44
CV(%) Subparcela		9,44	11,22	21,30	15,07

Quadro 4C – Análise de variância de concentrações de cálcio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,001577*	0,005266	0,000306	0,077492*
Tratamentos	5	0,000972	0,007939*	0,000653	0,011885
Resíduo(a)	10	0,000344	0,001531	0,000711	0,008196
Cultivar	1	0,001226	0,014424*	0,008777*	1,133155*
Trat x Cult	5	0,000334	0,008273	0,000317	0,025848
Resíduo(b)	12	0,000511	0,002804	0,001272	0,008777
CV(%) Parcela		22,88	13,13	6,72	11,64
CV(%) Subparcela		27,91	17,78	8,98	12,04

Quadro 5C – Análise de variância de concentrações de magnésio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000226*	0,000862*	0,000598	0,006705*
Tratamentos	5	0,000270*	0,001243*	0,000451	0,001199
Resíduo(a)	10	0,000044	0,000172	0,000182	0,000844
Cultivar	1	0,002379*	0,009781*	0,005688*	0,046123*
Trat x Cult	5	0,000218	0,000584	0,000211	0,000952
Resíduo(b)	12	0,000074	0,000419	0,000232	0,001237
CV(%) Parcela		3,49	6,49	6,57	11,81
CV(%) Subparcela		4,56	10,08	7,41	14,29

Quadro 6C – Análise de variância de concentrações de potássio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,010434	0,061210	0,292168*	1,139512
Tratamentos	5	0,019155	0,013807	0,007696	0,378049
Resíduo(a)	10	0,040397	0,019509	0,037937	0,324385
Cultivar	1	4,187251*	1,409509*	2,853208*	5,501357*
Trat x Cult	5	0,046434	0,056291	0,014851	0,515785
Resíduo(b)	12	0,040061	0,031676	0,027577	0,313969
CV(%) Parcela		5,60	4,33	6,23	11,82
CV(%) Subparcela		5,58	5,51	5,31	11,63

Quadro 7C – Análise de variância de concentrações de cálcio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,004087*	0,023102*	0,052988*	0,108482*
Tratamentos	6	0,000422	0,002135	0,001051	0,002963
Resíduo(a)	12	0,000567	0,000842	0,005155	0,003761
Cultivar	1	0,063173*	0,254612*	0,584610*	0,473159*
Trat x Cult	6	0,000467	0,002320*	0,001002	0,003957
Resíduo(b)	14	0,000919	0,000638	0,003962	0,006575
CV(%) Parcela		22,46	9,74	14,27	8,86
CV(%) Subparcela		28,55	8,49	12,51	11,72

Quadro 8C – Análise de variância de concentrações de magnésio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,003191?*	0,003444*	0,009776*	0,000112
Tratamentos	6	0,000075	0,000243	0,000215	0,001218*
Resíduo(a)	12	0,000257	0,000093	0,000891	0,000379
Cultivar	1	0,014687*	0,072983*	0,068115*	0,054432*
Trat x Cult	6	0,001525	0,000510	0,000386	0,000605
Resíduo(b)	14	0,014316	0,000837	0,000666	0,000876
CV(%) Parcela		7,10	4,36	11,79	8,81
CV(%) Subparcela		14,12	13,12	10,19	13,39

Quadro 9C – Análise de variância de concentrações de potássio em diferentes partes de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,057637	0,327702*	1,563346*	2,843991*
Tratamentos	6	0,036542	0,016094	0,010617	0,154090
Resíduo(a)	12	0,034731	0,025700	0,115568	0,087733
Cultivar	1	6,280090*	1,820857*	1,771644*	6,142828*
Trat x Cult	6	0,031655	0,038340	0,022358	0,086679
Resíduo(b)	14	0,020813	0,040194	0,099094	0,159090
CV(%) Parcela		5,16	4,86	9,87	5,99
CV(%) Subparcela		4,00	6,07	9,13	8,06

Quadro 10C – Análise de variância de somatório de cátions totais (Ca, Mg e K) em diferentes partes de folhas de alface, 7ª a 10ª folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,729541*	1,657212*	5,704337*	11,07290*
Tratamentos	5	0,053234	0,288150	0,362204	0,712955
Resíduo(a)	10	0,034272	0,177887	0,141293	0,441506
Cultivar	1	1,552239*	0,564126	0,105927	0,811484
Trat x Cult	5	0,034311	0,139289	0,045976	0,384213
Resíduo(b)	12	0,066477	0,095037	0,807270	0,797695
CV(%) Parcela		4,40	10,66	9,21	11,48
CV(%) Subparcela		6,13	7,79	22,01	15,43

Quadro 11C – Análise de variância de relações Ca/Mg em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,044061	0,132815*	0,270004	1,826236
Tratamentos	5	0,034216	0,035549	0,205088	0,153761
Resíduo(a)	10	0,045470	0,025482	0,164309	0,499338
Cultivar	1	0,732184*	5,021615*	3,972939*	16,60149*
Trat x Cult	5	0,028806	0,023009	0,036930	0,471468
Resíduo(b)	12	0,117011	0,074654	0,118815	0,420424
CV(%) Parcela		35,72	10,15	18,97	19,47
CV(%) Subparcela		57,30	17,38	16,13	17,86

Quadro 12C – Análise de variância de relações Ca:K em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,001424	0,004538	0,008146*	0,011926*
Tratamentos	5	0,000923	0,001252	0,001036	0,000693
Resíduo(a)	10	0,000603	0,001850	0,001615	0,001126
Cultivar	1	0,004510	0,015042	0,052016*	0,132287*
Trat x Cult	5	0,000664	0,001364	0,000709	0,001536
Resíduo(b)	12	0,001668	0,005182	0,001536	0,001940
CV(%) Parcela		52,36	34,41	25,13	17,21
CV(%) Subparcela		86,92	57,67	24,51	22,62

Quadro 13C – Análise de variância de relações Ca/Cátions totais em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de verão

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000833	0,001806	0,003630*	0,004484*
Tratamentos	5	0,000538	0,000536	0,000540	0,000278
Resíduo(a)	10	0,000394	0,000739	0,000702	0,000515
Cultivar	1	0,003137	0,007971	0,024074*	0,057287*
Trat x Cult	5	0,000404	0,000534	0,000356	0,000648
Resíduo(b)	12	0,001079	0,002285	0,000691	0,000746
CV(%) Parcela		48,65	26,83	20,70	14,83
CV(%) Subparcela		80,56	47,16	20,60	17,88

Quadro 14C – Análise de variância de somatório de cátions totais (Ca, Mg e K) em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,010233	0,116648*	0,292929*	1,653485*
Tratamentos	5	0,013894	0,025743	0,005578	0,490691
Resíduo(a)	10	0,034885	0,016621	0,044857	0,392135
Cultivar	1	4,243779*	1,460294*	2,791834*	1,136862
Trat x Cult	5	0,046999	0,066594	0,018774	0,756313
Resíduo(b)	12	0,033641	0,029290	0,034617	0,361019
CV(%) Parcela		4,84	3,46	5,68	10,71
CV(%) Subparcela		4,76	4,59	4,99	10,28

Quadro 15C – Análise de variância de relações Ca/Mg em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,044918*	0,052126	0,021297	0,179837
Tratamentos	5	0,013978	0,037744	0,021734	0,223657*
Resíduo(a)	10	0,006879	0,016455	0,021974	0,064812
Cultivar	1	0,090242*	1,520105*	1,424680*	2,036340*
Trat x Cult	5	0,013210	0,083750*	0,032826	0,148829
Resíduo(b)	12	0,010569	0,010688	0,034022	0,292415
CV(%) Parcela		19,27	8,69	7,59	8,07
CV(%) Subparcela		23,89	7,00	9,44	17,14

Quadro 16C – Análise de variância de relações Ca/K em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000134	0,000240	0,000600*	0,003221*
Tratamentos	5	0,000092	0,000752*	0,000083	0,000483
Resíduo(a)	10	0,000041	0,000188	0,000088	0,000515
Cultivar	1	0,000454*	0,000016	0,009871	0,091452*
Trat x Cult	5	0,000039	0,000826	0,000053	0,000704
Resíduo(b)	12	0,000059	0,000347	0,000139	0,000802
CV(%) Parcela		27,53	14,79	7,27	13,67
CV(%) Subparcela		33,19	20,12	9,14	17,03

Quadro 17C – Análise de variância de relações Ca/Cátions totais em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de outono

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000107	0,000128	0,000285*	0,001249*
Tratamentos	5	0,000071	0,000407*	0,000040	0,000219
Resíduo(a)	10	0,000031	0,000103	0,000048	0,000216
Cultivar	1	0,000375*	0,000028	0,005354*	0,041949*
Trat x Cult	5	0,000031	0,000472	0,000032	0,000315
Resíduo(b)	12	0,000045	0,000185	0,000076	0,000335
CV(%) Parcela		26,00	12,74	6,40	10,96
CV(%) Subparcela		31,38	17,04	8,11	13,62

Quadro 18C – Análise de variância de somatório de cátions totais (Ca, Mg e K) em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,129449*	0,610503*	2,493795*	4,079217*
Tratamentos	6	0,028552	0,025686	0,016866	0,182381
Resíduo(a)	12	0,031165	0,030674	0,177940	0,090229
Cultivar	1	5,644710*	0,330218*	5,553653*	2,425181*
Trat x Cult	6	0,0421021	0,055822	0,0328722	0,118471
Resíduo(b)	14	0,030348	0,052766	0,153258	0,157750
CV(%) Parcela		4,48	4,58	10,04	5,13
CV(%) Subparcela		4,42	6,01	9,32	6,78

Quadro 19C – Análise de variância de relações Ca/Mg em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,012117	0,146422*	0,014254	1,353615*
Tratamentos	6	0,005930	0,028275	0,004084	0,308937
Resíduo(a)	12	0,007572	0,016195	0,024781	0,317667
Cultivar	1	1,839757*	0,423270*	1,003218*	0,000129
Trat x Cult	6	0,004843	0,020564	0,013420	0,193340
Resíduo(b)	14	0,010311	0,045137	0,016332	0,395128
CV(%) Parcela		17,94	9,55	8,02	17,72
CV(%) Subparcela		20,93	15,95	6,51	19,76

Quadro 20C – Análise de variância de relações Ca/K em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000275	0,000746*	0,000125	0,000672
Tratamentos	6	0,000052	0,000171	0,000059	0,000227
Resíduo(a)	12	0,000073	0,000060	0,000166	0,000324
Cultivar	1	0,008292*	0,036134*	0,027413*	0,043329*
Trat x Cult	6	0,000038	0,000189	0,000076	0,000159
Resíduo(b)	14	0,000090	0,000074	0,000099	0,000503
CV(%) Parcela		27,71	8,44	8,94	12,62
CV(%) Subparcela		30,70	9,35	6,88	15,72

Quadro 21C – Análise de variância de relações Ca/Cátions totais em diferentes partes de folhas de alface, 7<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> folha maiores que 5 cm de comprimento experimento de inverno

FV	GL	Quadrados Médios			
		Superior	Mediana	Baixa	Nervura
Blocos	2	0,000191	0,000463*	0,000063	0,000344
Tratamentos	6	0,000036	0,000100	0,000028	0,000118
Resíduo(a)	12	0,000050	0,000035	0,000084	0,000159
Cultivar	1	0,006415*	0,020640*	0,013337*	0,021477*
Trat x Cult	6	0,000026	0,000108	0,000037	0,000081
Resíduo(b)	14	0,000062	0,000050	0,000051	0,000259
CV(%) Parcela		25,25	7,55	7,78	10,59
CV(%) Subparcela		28,05	9,01	6,05	13,52

Quadro 22C – Análise de variância de diferenças entre concentrações de cálcio, entre a nervura e a parte superior de folhas internas, em duas cultivares de alface, em hidroponia durante o verão, outono e inverno

FV	GL	Verão		Outono		Inverno	
		QM	GL	QM	GL	QM	
Blocos	2	0,052310	2	0,080815*	2	0,071778*	
Tratamentos	5	0,002566	5	0,018379	6	0,003026	
Resíduo(a)	10	0,013095	10	0,009405	12	0,004364	
Cultivar	1	2,139877*	1	1,208925*	1	0,882111*	
Trat x Cult	5	0,026530	5	0,029724*	6	0,002194	
Resíduo(b)	12	0,0216315	12	0,009139	14	0,009941	
CV(%) Parcela		16,37		13,95		11,27	
CV(%) Subparcela		21,05		13,71		17,03	