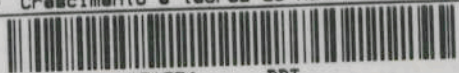


ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

| | | | | |
|---|---------------|---------------------------|------|-------------|
| UFV | BIBLIOTECA | BBT | OBRA | RG000898363 |
| | CLASSIFICACAO | T 635.5281 / 5586c / 1999 | | |
| TITULO | | | | |
| Crescimento e teores de nutrientes em alface | | | | |
|  | | | | |
| 151354 BBT | | | | |

CRESCEMTO E TEORES DE NUTRIENTES EM ALFACE, SALSA E
CEBOLINHA INFLUENCIADOS POR CaCO_3 E PELA CORREÇÃO DE pH
DA SOLUÇÃO HIDROPÔNICA

DOAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Fitotecnia, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

| |
|-------------------------------|
| BIBLIOTECA CENTRAL - UFV - |
| 16/02/2000 |
| 151.354 |

T
635.5281
5586c
1999
ex. 2

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
DEZEMBRO - 1999

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

T

S586c
1999
Silva, Alineaura Florentino, 1973-
Crescimento e teores de nutrientes em alface, salsa e cebolinha influenciados por CaCO_3 e pela correção de pH da solução hidropônica / Alineaura Florentino Silva. – Viçosa : UFV, 1999.
70p. : il.

Orientador: Paulo Roberto Gomes Pereira
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Alface - Crescimento - Efeito do carbonato de cálcio.
 2. Salsa - Crescimento - Efeito do carbonato de cálcio.
 3. Cebolinha - Crescimento - Efeito do carbonato de cálcio.
 4. Alface - Hidroponia.
 5. Salsa - Hidroponia.
 6. Cebolinha - Hidroponia.
 7. Hortaliças - Nutrição.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 635.5281

CDD 20.ed. 635.5281

ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES EM ALFACE, SALSA E
CEBOLINHA INFLUENCIADOS POR CaCO_3 E PELA CORREÇÃO DE pH
DA SOLUÇÃO HIDROPÔNICA

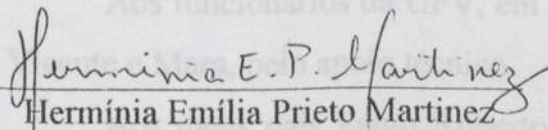
AGRADECIMENTO

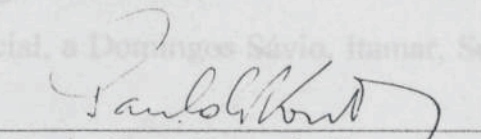
Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Fitotecnia, para
obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

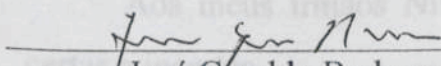
À CAPES, pelo suporte financeiro.

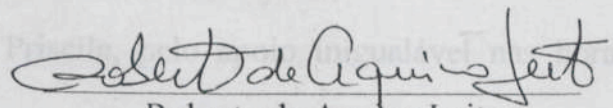
Ao Professor Paulo Roberto Gomes Pereira, pela inestimável orientação e
pela amizade.

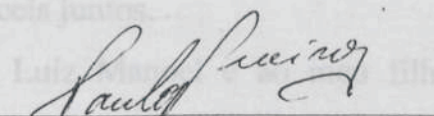
APROVADA: 12 de agosto de 1999.


Hermínia Emília Prieto Martinez
(Conselheira)


Paulo Cezar Rezende Fontes
(Conselheiro)


José Geraldo Barbosa


Roberto de Aquino Leite


Paulo Roberto Gomes Pereira
(Orientador)

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do Curso.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

Ao Professor Paulo Roberto Gomes Pereira, pela inestimável orientação e pela amizade.

Aos Professores Paulo Cezar Rezende Fontes, Hermínia Emília Prieto Martinez, Roberto de Aquino Leite, José Geraldo Barbosa e Fernando Luiz Finger, pelos valiosos conselhos e pelas sugestões.

Aos funcionários da UFV, em especial, a Domingos Sávio, Itamar, Souza, Vicente e Mara, pelo apoio técnico.

Aos meus pais Paulo Roberto e Maria de Fátima, por orientar, seguir e acreditar nos passos de minha vida.

Aos meus irmãos Nivaldo e Priscila, pelo apoio inigualável nas horas certas e incertas.

A todos os meus colegas, pela amizade, pela convivência e pelos momentos alegres e difíceis juntos.

Ao meu marido Luiz Manoel e ao meu filho Artur, pelo amor, pelo carinho e pela compreensão em todos os momentos.

BIOGRAFIA

| | |
|--|----|
| EXTRATO | v |
| ABSTRACT | v |
| ALINEAUREA FLORENTINO SILVA, filha de Paulo Roberto de Oliveira Silva e Maria de Fátima Florentino Silva, nasceu em João Pessoa-PB, em 10 de outubro de 1973. | |
| 3.1. Em novembro de 1996, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB. | 3 |
| 3.2. Em março de 1997, ingressou no Curso de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, defendendo tese em 12 de agosto de 1999. | 12 |
| 3.3. Análises químicas | 15 |
| 3.4. Análises físicas | 16 |
| 3.5. Análises químicas | 16 |
| 3.6. Análise estatística | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 4.1. Consumo de água, pH e condutividade elétrica | 18 |
| 4.2. Crescimento da alface, salsa e cebolinha | 30 |
| 4.3. Teor de nutrientes na solução nutritiva e nas plantas | 36 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |
| APÊNDICE | 64 |

CONTEÚDO

| | |
|---|-----|
| EXTRATO..... | v |
| ABSTRACT..... | vii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 12 |
| 3.1. Considerações gerais..... | 12 |
| 3.2. Solução nutritiva..... | 13 |
| 3.3. Condução do experimento..... | 13 |
| 3.4. Coleta de dados..... | 15 |
| 3.5. Análises químicas..... | 16 |
| 3.6. Análise estatística..... | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 18 |
| 4.1. Consumo de água, pH e condutividade elétrica..... | 18 |
| 4.2. Crescimento da alface, salsa e cebolinha..... | 30 |
| 4.3. Teor de nutrientes na solução nutritiva e nas plantas..... | 36 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES..... | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 57 |
| APÊNDICE..... | 64 |

condutividade elétrica da solução; e, na colheita final, avaliou-se o peso de matéria fresca e seca de folhas, caule e raiz. O consumo de água foi maior para a alface e cebolinha sem a adição de CaCO_3 . No cultivo das três espécies, o CaCO_3 foi eficiente no impoamento do pH da solução nutritiva, mantendo-o em valores próximos a 6,0. A produção de matéria fresca e seca de alface e cebolinha, na presença de CaCO_3 , foi equivalente ao tratamento com correção de pH. Entretanto, o CaCO_3 aumentou o crescimento da salsa. A condutividade elétrica da solução nutritiva aumentou durante o cultivo da salsa e da cebolinha, em todos os tratamentos. Na

EXTRATO

condutividade elétrica aumentou, inicialmente, estabilizando-se posteriormente. Porém, em nenhuma das espécies alcançou valores inadequados. Os teores foliares de N-orgânico, P, Mg e Zn, nas três culturas, mantiveram-se mais baixos na presença de CaCO_3 que na sua

SILVA, Alineaura Florentino, M. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 1999. **Crescimento e teores de nutrientes em alface, salsa e cebolinha influenciados por CaCO_3 e pela correção de pH da solução hidropônica.** Orientador: Paulo Roberto Gomes Pereira. Conselheiros: Hermínia Emília Prieto Martinez, Paulo Cezar Rezende Fontes e Fernando Luiz Finger.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento da alface, da cebolinha e da salsa em hidroponia e monitorar a concentração de nutrientes na solução nutritiva e nas folhas, a condutividade elétrica, o pH da solução e o consumo de água influenciados por CaCO_3 e pela correção de pH. Em alface, foram avaliados, também, dois tipos de colheita. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na cidade de Viçosa-MG, e em vasos contendo oito litros de solução nutritiva aerada. Os tratamentos testados foram: ausência e presença de CaCO_3 (0,5g/L), combinados com ausência e presença da correção de pH da solução nutritiva e dois tipos de colheita da planta (apenas para a alface). Para reposição da solução nutritiva, usou-se solução diluída em 50%. Foram feitas coletas semanais de solução nutritiva e de folhas das três espécies para análise dos teores de macro e micronutrientes. Semanalmente, avaliaram-se o peso de matéria fresca, seca, e o número de folhas colhidas; de dois em dois dias, o consumo de água, pelas plantas, e a eficiência de uso desta; o pH e a

condutividade elétrica da solução; e, na colheita final, avaliou-se o peso de matéria fresca e seca de folhas, caule e raiz. O consumo de água foi maior para a alface e cebolinha sem a adição de CaCO_3 . No cultivo das três espécies, o CaCO_3 foi eficiente no tamponamento do pH da solução nutritiva, mantendo-o em valores próximos a 6,0. A produção de matéria fresca e seca de alface e cebolinha, na presença de CaCO_3 , foi equivalente ao tratamento com correção de pH. Entretanto, o CaCO_3 aumentou o crescimento da salsa. A condutividade elétrica da solução nutritiva aumentou durante o cultivo da salsa e da cebolinha, em todos os tratamentos. Na alface, a condutividade elétrica aumentou, inicialmente, estabilizando-se posteriormente. Porém, em nenhuma das espécies alcançou valores inadequados. Os teores foliares de N-orgânico, P, Mg e Zn, nas três culturas, mantiveram-se mais baixos na presença de CaCO_3 que na sua ausência, ocorrendo o inverso para o Ca, sem, entretanto, alterar o crescimento.

ABSTRACT

SILVA, Alineaura Florentino, M. S., Universidade Federal de Viçosa, December, 1999. **Grown and nutrients content in lettuce, welsh onion and sharp sauce influenced by CaCO_3 and pH correction of hidroponic solution.** Adviser: Paulo Roberto Gomes Pereira. Committee members: Hermínia Emília Prieto Martinez, Paulo Cezar Rezende Fontes and Fernando Luiz Finger.

The aim of this work was to evaluate the grown of lettuce, welsh onion and sharp sauce in hidroponic systems and monitor the nutrients concentration in the nutritive solution and in the leaves, the electric conductivity, the pH of the solution and the water use influenced for CaCO_3 and for the correction of pH. In lettuce two kinds of harvest were evaluated. The experiment was carried out in a greenhouse in Viçosa-MG, in pots with eight litres of aerate nutritive solution. The treatments tested: absence and presence of CaCO_3 (0,5g/L) combined with absence and presence of the correction of nutritive solution pH and kinds of harvest of the plant (only for lettuce). For the nutritive solution replacement was used a solution 50% dilute. The nutrient composition of the solution and leaves of plants were controlled weekly. Dry and wet matter weight of leaves and number of leaves harvest were taken weekly. Plants water use, water use efficiency, pH and electric conductivity were evaluate by two and two days. Dry

and wet matter weight of leaves, stems and roots were evaluate at the end harvest. Water use was higher for lettuce and onion without CaCO_3 . For all the species, CaCO_3 was efficient on nutritive solution pH buffering, keeping it near 6,0. Dry and wet matter production of lettuce and welsh onion with CaCO_3 was equivalent to treatment with pH correction. However, CaCO_3 increase sharp sauce grown. The electric conductivity of the nutritive solution increase during welsh onion and sharp sauce cultivation, in all treatments. For lettuce, electric condutivity increase initially and became stabilized afterwards, but in none specie reached inadequate values. Leaves N-org, P, Mg and Zn content on three species kept lower with CaCO_3 than without it, and occurred inverse for Ca, without having any influence on growth of plants.

A hidroponia é um sistema de cultivo que está em expansão no Brasil. Em outros países, esse sistema tornou-se, de certo modo, comum entre os produtores e maior número de pesquisas tem sido efetuado nesse campo. Muitas olerícolas, tanto folhosas como de fruta, são cultivadas em hidroponia, e o resultado é bastante promissor, resultando numa produção em menor espaço físico e de tempo, já que não há restrição de água e nutrientes, melhor qualidade visual do produto e maior economia de insumos e mão-de-obra. Esses e outros predadores são as hortaliças produzidas em hidroponia maior valor de mercado e, por outro lado, contribuem para melhorar a qualidade de vida da população, no âmbito econômico.

Na busca de praticidade na sociedade moderna, algumas inovações têm sido feitas também no segmento da agricultura. O consumidor procura economia de tempo e maior qualidade na alimentação, e o produtor tenta agregar valor ao produto agrícola. É a união dessas duas necessidades que faz surgir novas práticas, como a colheita das folhas da alface. A venda das folhas destacadas está crescendo, em algumas cidades, pois torna mais prática a vida do consumidor e traz economia de tempo, sementes e adubo para o produtor, pois a planta, não sendo decapitada, passa mais tempo produzindo numa mesma área. Tem-se, assim, com a colheita de folhas, maior produção por unidade de tempo e por área.

Na hidroponia atual, para se ter um sistema de cultivo eficiente, é preciso que sejam cumpridas tarefas periódicas, tais as correções de pH e o controle da condutividade elétrica da solução. A condutividade elétrica (CE) deve ser medida quase diariamente, pois ela vai refletir a concentração e o momento da troca de solução. Valor muito alto de CE pode retardar o crescimento de muitas culturas e exigir troca de solução. Por outro lado, valores de CE adequados podem não representar perfeito equilíbrio entre os nutrientes. O pH da solução também requer correção periódica, para se manter em níveis adequados. Atualmente, existem substâncias estudadas com o objetivo de manter o pH da solução mais estável. O carbamato de cálcio, não liberando íons que agem no temporamento do pH da solução, podendo, assim, ser usado no cultivo hidropônico, reduzindo a frequência da necessidade de correção da acidez.

1. INTRODUÇÃO

A hidroponia é um sistema de cultivo que está em expansão no Brasil. Em outros países, esse sistema tornou-se, de certo modo, comum entre os produtores e maior número de pesquisas tem sido efetuado nesse campo. Muitas olerícolas, tanto folhosas como de fruto, são cultivadas em hidroponia, e o resultado é bastante promissor, resultando numa produção em menor espaço físico e de tempo, já que não há restrição de água e nutrientes, melhor qualidade visual do produto e maior economia de insumos e mão-de-obra. Esses e outros predicados dão às hortaliças produzidas em hidroponia maior valor de mercado e, por outro lado, contribuem para melhorar a qualidade de vida da população, no âmbito gastronômico.

Na busca de praticidade na sociedade moderna, algumas inovações têm sido feitas também no segmento da agricultura. O consumidor procura economia de tempo e maior qualidade na alimentação, e o produtor tenta agregar valor ao produto agrícola. É a união dessas duas necessidades que faz surgir novas práticas, como a colheita das folhas da alface. A venda das folhas destacadas está crescendo, em algumas cidades, pois torna mais prática a vida do consumidor e traz economia de tempo, sementes e adubo para o produtor, pois a planta, não sendo decapitada, passa mais tempo produzindo numa mesma área. Tem-se, assim, com a colheita de folhas, maior produção por unidade de tempo e por área.

Na hidroponia atual, para se ter um sistema de cultivo eficiente, é preciso que sejam cumpridas tarefas periódicas, como as correções do pH e o controle da condutividade elétrica da solução. A condutividade elétrica (CE) deve ser medida quase diariamente, pois ela vai definir a manutenção e o momento da troca de solução. Valor muito alto de CE pode retardar o crescimento de muitas culturas e exigir troca da solução. Por outro lado, valores de CE adequados podem não representar perfeito equilíbrio entre os nutrientes. O pH da solução também requer correção periódica, para se manter em níveis adequados. Atualmente, existem substâncias estudadas e utilizadas com o objetivo de manter o pH da solução mais estável. O carbonato de cálcio atua liberando íons que agem no tamponamento do pH da solução, podendo, assim, ser usado no cultivo hidropônico, reduzindo a frequência da necessidade de correção da acidez.

A utilização de solução diluída ou enriquecida para reposição do consumo da água e dos sais é alternativa para diminuir ou evitar as trocas de solução nutritiva. Desse modo, promovem-se economia de tempo, mão-de-obra, sais e água. As práticas de uso de solução mais diluída, para evitar as trocas, e de uso de CaCO_3 , para reduzir a necessidade de correção do pH, são promissoras, porém, podem alterar os teores dos nutrientes na solução e causar desequilíbrio nutricional no cultivo. Assim, o monitoramento periódico do estado nutricional da cultura e da concentração dos nutrientes, na solução nutritiva, faz-se necessário para se ter maior controle do sistema hidropônico.

O presente trabalho teve o objetivo de caracterizar o crescimento e os teores de nutrientes em folhas de alface, salsa, cebolinha e da solução nutritiva; o consumo de água, a eficiência de uso desta; e as variações da CE e do pH, ao longo do tempo de cultivo, com diferentes formas de manejo da solução nutritiva e de colheita das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O cultivo hidropônico está em crescente expansão em todo o mundo. Muitas olerícolas e outras culturas vêm sendo produzidas nesse ambiente. A alface é a olerícola mais cultivada em hidroponia no Brasil. As razões para esse e outros cultivos estarem em crescente expansão na hidroponia são muitas. Uma delas é o rápido crescimento da cultura, quando cultivada em estufa (LIMA e HAMERSCHMIDT, 1986), onde se pode monitorar e controlar as condições climáticas e a solução nutritiva, minimizando o estresse para a planta. A aparência final do produto, que é altamente visada em termos econômicos, principalmente para as hortaliças, também torna-se indiscutivelmente melhor na hidroponia. Além dessas vantagens, vale salientar que ocorre grande economia de área, insumos e mão-de-obra, quando se cultiva em meio hidropônico.

Muitos trabalhos científicos com hidroponia no Brasil têm como referência a alface. Os estudos, visando a melhoria da solução, ou outros aspectos, são comuns com esta cultura e já se buscam inovações nas técnicas de cultivo e colheita, como no caso da colheita parcelada. Já existe mercado para a venda de folhas da alface, tanto diretamente ao consumidor, como para restaurantes, o que aumenta a praticidade para ambos. Comparando-se com o sistema tradicional (WAGNER et al., 1994), a colheita parcelada possui inúmeras

vantagens, tais como aproveitamento da rebrota, aumento da produção de massa foliar, no espaço e no tempo, economizando, assim, espaço, tempo e semente.

Existem trabalhos que relatam as bases fisiológicas para explicar o fenômeno de aumento da intensidade da rebrota com seu revigoramento em plantas parcialmente desfolhadas ou mesmo decapitadas. Isso decorre de alterações que se processam no metabolismo e na fisiologia do material vegetal remanescente (Van STADEN e CARMI, 1982). Apesar de essas bases fisiológicas ainda não serem completamente conhecidas, trabalhos demonstram que ocorre aumento no teor de citocininas e giberelinas, nas folhas remanescentes, em função de aumento na relação raiz/parte aérea e de provável síntese desses hormônios nas folhas (KATAGRI e TSUJI, 1980 e TAYLOR et al., 1982).

Novas técnicas de manejo da solução nutritiva têm sido estudadas, objetivando a redução dos gastos com mão-de-obra e o desperdício de fertilizantes e de água, protegendo, também, o meio ambiente. Existem trabalhos desenvolvendo sistemas automáticos para monitorar as concentrações dos íons individualmente na solução nutritiva. BAILEY et al. (1988) mediram com eletrodo seletivo o pH, NO_3^- , K^+ , Ca^{++} , Na^+ e Cl^- na solução nutritiva usada para tomate em casa de vegetação. A precisão dessas medidas, segundo o autor, varia quanto ao elemento medido, e a vida útil dos eletrodos de vidro é de dois anos, enquanto que os de PVC duram de um a quatro meses. ROH e LEE (1996) utilizaram um aparelho que mede a radiação solar integrada durante uma hora do dia e fizeram, assim, o controle preditivo da solução nutritiva para pepino durante vários estádios de crescimento das plantas.

Outros autores desenvolveram modelos para prever a taxa de absorção de água e macronutrientes. PARDOSSI et al. (1995) elaboraram modelos com base em fatores ambientais, idade da planta, absorção de água e taxa de absorção de um íon de referência (NO_3^- ou K^+) determinado com sensor seletivo de íons. ASHER e PAX BLAMEY (1987) também tentaram criar um programa para monitorar a adição de nutrientes à solução nutritiva, de acordo com a espécie da planta e seu estágio de crescimento. Esses autores criaram equações e curvas com

o crescimento da planta (matéria seca, produção relativa), em um programa de computador. BEN-YAAKOV e BEN-ASHER (1982) colocaram em prática um sistema para monitorar variáveis em hidroponia, como condutividade elétrica (CE), pH e O_2 dissolvido (DO). Eles mediram o crescimento dessas variáveis, num certo intervalo de tempo, e perceberam que ocorriam flutuações de acordo com a temperatura do ar, da solução e mudanças no DO e pH durante o dia. Existem outras formas de otimizar o uso da solução nutritiva, como, por exemplo, a de SCHREVEENS e CORNELL (1998), que utilizaram um sistema de planejamento e análise de mistura para solução nutritiva, aplicando essa técnica para cultivo hidropônico e nutrição de plantas. Tal técnica é indispensável na pesquisa em solução nutritiva e nutrição de plantas, pois combina valores fisiológicos e econômicos, formando base para o planejamento de ajuste estatístico para otimizar a complexa mistura de íons, em relação a possíveis variáveis.

Além de monitorar a concentração de sais da solução nutritiva, outros aspectos devem ser observados para que o meio hidropônico torne-se adequado para o crescimento das plantas. Um dos aspectos a ser observado é a condutividade elétrica (CE) da solução. CE muito alta ou muito baixa pode ser determinante, com a continuidade, para o bom andamento do cultivo hidropônico, como observaram SCHWARZ e KUCHENBUCH (1997), trabalhando com tomates. Segundo eles, o aumento da CE da solução nutritiva resultou em retardo no crescimento e na produtividade do tomateiro, havendo relação linear entre teor de matéria seca dos frutos e CE. Além disso, neste trabalho, a alta CE reduziu o peso dos frutos, das raízes, e o tamanho das folhas. Neste caso, a CE serviu para representar o desbalanço de íons que provocou problemas no tomateiro. Isso é bastante comum, quando a troca de solução nutritiva é baseada apenas na CE, pois pode ocorrer acúmulo de SO_4^- e interação iônica, prejudicando a absorção de K^+ (ZEKKI et al., 1996). De maneira análoga, HUETT (1994), trabalhando com tomate em solução nutritiva e níveis crescentes de CE, observou que esta daria uma indicação apurada da concentração de cálcio, magnésio e potássio, que decresce ao mesmo tempo que diminui a CE.

Cultivando alface com diferentes CE (0,4, 1,0, 2,4 e 3,6 dS/m), este autor observou que cada estágio de crescimento desta teria uma CE ótima e, segundo ele, a presença de cálcio ou potássio numa concentração mais elevada que o normal diminuiria o efeito da CE sobre o crescimento das plantas (peso de matéria fresca de folhas).

Apesar de ocorrer diminuição do crescimento e outros problemas com o tomateiro, do ponto de vista qualitativo, a CE poderia ajudar este cultivo. Segundo CORNISH (1992), a qualidade de tomates para salada pode ser melhorada no cultivo hidropônico com o uso da CE elevada. Ele afirma que o aumento da CE pode ser usado para elevar o teor de sólidos solúveis em 0,5 °Brix com pouco ou nenhum efeito depressivo sobre a produção. Isso também seria interessante à venda de tomates para indústrias em que o alto teor de sólidos solúveis aumentaria o valor comercial do produto, assim como no Sudoeste dos New South Wales e Nordeste de Victoria, e em áreas onde está sendo desenvolvida a reutilização de água salina. UDAGAWA (1995), trabalhando com tomilho e outra especiaria em solução nutritiva, com níveis crescentes de CE, observou que a altura das plantas, o peso de matéria fresca e seca das folhas da especiaria aumentaram com a elevação da CE. Os maiores pesos de matéria fresca e seca de raízes, para essa cultura, foram obtidos com 2,4 mS/cm e a máxima produção com 3,6 mS/cm. Segundo esse autor, para colher essas duas culturas hidroponicamente para o consumo de folhas frescas e caules, assim como para maior rendimento de óleo essencial, a CE ideal seria de 3,6 mS/cm, porém há de se observar que a CE sofre alterações de acordo com a temperatura do ar e da própria solução nutritiva (BEN-YAAKOV e BEN-ASHER, 1982).

A troca da solução, baseada na CE, pode apresentar resultados variados, de acordo com a espécie cultivada, suas exigências nutricionais, o local e a época do ano. Nesse sentido, trabalhando com morangos, SAROOSHI e CRESSWELL (1994) variaram o tempo de reposição e ajuste da solução nutritiva, baseando-se na CE. Segundo eles, a troca convencional e os diferentes períodos de troca não interferiram na produção de morangos. No tratamento em que havia reposição da solução com solução enriquecida com cálcio e nitrogênio, a produção foi maior

com frutos mais pesados e com aroma melhor que nos outros tratamentos. A reposição da solução com solução enriquecida proporciona economia de mão-de-obra, em relação à troca completa, além de reduzir gastos com sais e com água potável que já se torna escassa em muitos países.

O controle do pH é outro fator de importância fundamental quando se trabalha com solução nutritiva. Sua manutenção é uma das práticas que oneram os custos da hidroponia, dado o preço do equipamento e o gasto com a mão-de-obra. Além disso, cada espécie possui um pH ótimo para o seu crescimento, o que torna o seu manejo mais complicado. De maneira geral, o pH recomendado em solução nutritiva varia entre 5,5 e 6,5 (MARTINEZ, 1997). Abaixo de 4,0, poderá ocorrer perda de nutrientes já absorvidos, pois ocorre dano na integridade das membranas celulares. Por outro lado, se o pH da solução atingir valores acima de 7,0 poderá ocorrer precipitação de micronutrientes e fósforo. Assim, o pH interferiu na concentração de nutrientes nas folhas das plantas, como observou VOOGT (1995), trabalhando com cravo (*Dianthus caryophyllus*). Segundo ele, com o decréscimo do pH da solução de 8,5 para 4,5, houve aumento na produção e declínio dos teores de cálcio, magnésio e molibdênio nas folhas jovens e adultas. Nesse trabalho, o teor de potássio nas folhas jovens decresceu e nas adultas aumentou com o decréscimo do pH e com o nitrogênio ocorreu o oposto. Para todos os outros elementos, o teor aumentou com a diminuição do pH, particularmente o de manganês e zinco. Ocorreu o mesmo para o fósforo, apesar de existirem diferenças entre cultivares.

Além da redução do pH, outras medidas conjuntas favorecem o crescimento das plantas. Isso foi evidenciado num experimento conduzido com gérbera, em que a redução do pH de 6,5 para 5,6 com adição de NH_4^+ aumentou o número de flores dos cultivares testados (SONNEVELD e VOOGT, 1997). De acordo com esses autores, a causa do aumento da produção em valores baixos de pH pode ser proveniente de uma melhor absorção de micronutrientes (exceto molibdênio), seguido de uma redução da clorose foliar e de maior eficiência no processo de absorção. Esse argumento não é afirmado com total certeza por eles, pois, com pH alto, as plantas não apresentaram teores deficientes de ferro, zinco,

boro e molibdênio e o efeito benéfico do NH_4^+ , quando combinado com N-NO_3^- , pode ser também decorrente de um melhor uso da energia pela planta, que é direcionada para a produção.

O equilíbrio entre nutrientes na solução nutritiva exerce grande influência no crescimento das plantas e existem diversas formas de se combinar a concentração dos sais, de acordo com a exigência da cultura, estágio de crescimento e condições ambientais. Autores como SARRO et al. (1986), trabalhando com tomate em sistema NFT, analisaram, periodicamente, a solução e a seiva da planta para determinar os nutrientes que seriam mais requeridos e em que época. Esse controle permitiu diagnosticar deficiências ou excessos de nutrientes que causariam problemas para as plantas. Outra forma de controle foi sugerida por WILLITS et al. (1992), que trabalharam com crisântemos e ajustaram diversos modelos de equações, relacionando crescimento e acúmulo de nutrientes. Tais modelos ficaram bem definidos e os coeficientes de determinação foram significativos para as equações lineares.

Se a taxa de absorção de nutrientes puder ser precisamente ajustada, sob diferentes condições, pode ser possível idealizar sistemas que liberem apenas a quantidade de nutrientes necessários ao crescimento da cultura, minimizando a poluição e o desperdício na hidroponia.

Para observar o efeito do aumento da concentração de certos nutrientes na solução nutritiva, BRASWELL et al. (1997) conduziram experimento com cereja azul, em hidroponia. Segundo esses autores, o aumento da concentração de cálcio na solução causou decréscimo no teor de manganês e zinco nas folhas das plantas. Por outro lado, alta concentração de magnésio reduziu a concentração de zinco nas folhas, e alta concentração de nitrogênio aumentou os teores foliares de nitrogênio e fósforo, porém decresceu os de magnésio e potássio. Ainda, segundo esses autores, com alto teor de fósforo na solução ocorreu a redução dos teores foliares de cobre, zinco e ferro e com elevação da concentração de potássio na solução houve alto teor foliar desse elemento e sintomas de deficiência nas plantas, porém sem se detectar precisamente o nutriente faltante.

Ainda com relação à interação entre os nutrientes, ADAMS (1994), trabalhando com tomate e pepino em NFT (Nutrient Film Technique), observou que a absorção de N e K pelo pepino dobrou em resposta a incremento de quatro vezes na concentração desses nutrientes em solução. No tomate, a maior proporção do K (60 a 70%) vai para o interior do fruto durante o seu crescimento. Assim, a taxa de apodrecimento do fruto do tomate diminuiu, à medida que se aumentou a concentração do K em solução e vice-versa. Em pepino, baixos níveis de Ca e Mg reduziram a absorção de N, P e K.

A concentração dos nutrientes em solução pode ter efeito sobre o crescimento das culturas de diversas maneiras. CADAHIA et al. (1986) trabalharam com três concentrações de NO_3^- na solução nutritiva em cultivo de tomate e observaram que o teor de P e Cl na planta diminuiu, quando a concentração de NO_3^- aumentou. Houve estreita relação entre a concentração de NO_3^- na solução nutritiva e os teores de clorofila na planta. O crescimento vegetativo do tomate, segundo eles, foi máximo para a maior concentração de NO_3^- , porém a produção (peso de matéria fresca de frutos/planta) foi mais alta na menor concentração de NO_3^- .

O cálcio tem papel fundamental na hidroponia, principalmente quando se deseja não só boa nutrição para as plantas como também forma de tamponamento do pH da solução nutritiva. Em pH baixo, a adição de cálcio dificulta a perda de solutos do citoplasma, pois esse íon regula a seletividade na absorção dos sais. Os tecidos deficientes em cálcio sofrem desintegração generalizada das estruturas das membranas e perda da compartimentalização celular (MARTINEZ, 1997). Durante o trabalho com milho, feijão fava (*Vicia faba* L.) e duas concentrações de cálcio (1,0 e 5,0 mmol.L^{-1}), no meio de crescimento, YAN et al. (1992) verificaram que a concentração mais alta de cálcio aumentou a taxa de crescimento das raízes dessas plantas. Por outro lado, ADAMS e HOLDER (1992), trabalhando com tomate, verificaram que altas doses de Ca diminuíram o peso de matéria seca dos frutos, em 6%, apesar de o teor de Ca ter aumentado. Trabalhando com tomates e cálcio em hidroponia, HOHJO et al. (1995) verificaram que o peso de matéria fresca total e a produção total e

comercializável aumentaram com 80 mg/L de cálcio. A concentração dos elementos nas folhas não mostrou diferença significativa, exceto para o Ca, que aumentou, e para o Mg que diminuiu, com a elevação do Ca na solução nutritiva, ocorrendo, assim, antagonismo entre Ca e Mg. Por outro lado, a produção de cravos é indiferente ao aumento da concentração de Ca na solução (HUETT, 1994). Esse autor diz que, com o aumento do teor de Ca, houve redução na absorção de K, o que causou desequilíbrio nutricional, não havendo influência na produção dessa cultura. TERADA et al. (1996), trabalhando com rosas em solução nutritiva, com níveis crescentes de Ca, observaram que o aumento de 20 para 160 mg/L de Ca na solução não interferiu no crescimento das plantas. Verificaram, ainda, que com o aumento da concentração de Ca, houve apenas redução na absorção de Mg e nada ocorreu em relação aos outros elementos.

O desequilíbrio nutricional pode causar distúrbios visíveis que prejudicam a aparência do produto, dificultando assim sua comercialização. Um dos problemas mais comuns relacionados ao cálcio é a queima apical em alface ou podridão estilar do tomateiro que pode ser causada por fatores, impedindo que o elemento (Ca) alcance o ápice dessas plantas. Esses fatores envolvem diminuição na absorção ou translocação do Ca, aumento da taxa de crescimento das partes susceptíveis ao problema que requerem muito Ca, imobilização do Ca antes de ser utilizado pelos tecidos jovens, ou mesmo a combinação de dois ou mais desses fatores (WIEN, 1997). De acordo com YANAGI et al. (1983), a queima apical em alface pode estar também relacionada ao Mg e B ou, ainda, à época do ano, o que foi verificado nesse experimento.

Visando o tamponamento do pH da solução nutritiva, o Ca pode ser usado de diversas formas, como o carbonato de cálcio ou zeolito de cálcio. O zeolito de cálcio atua com tamponante dos cátions da solução e também evita a toxidez, quando existe excesso de cobre em tomateiro (FUKUYAMA et al., 1995). Na presença do zeolito de cálcio, a concentração de Zn na solução, bem como nos tecidos, reduziu, e essa substância teve ainda poder tamponante sobre o pH (tanto para acidez como para alcalinidade), além de evitar a podridão estilar de frutos de tomateiro. O carbonato de cálcio (CaCO_3) também atua como tamponante do pH,

agindo por um longo período de tempo na solução, evitando redução acentuada do pH, o que diminui os custos com mão-de-obra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa-MG, no período de janeiro a março de 1998, envolvendo três olerícolas: alface lisa sem cabeça (cv. Regina 440), salsa (cv. Nacional) e cebolinha (cv. De Todo Ano). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (presença e ausência de CaCO_3 ; com e sem correção do pH) para a salsa e cebolinha, e 2 x 2 x 2 (presença e ausência de CaCO_3 ; com e sem correção do pH; destaque de folhas ou coleta de planta inteira) para a alface, com quatro repetições. Fixou-se valor de pH igual a 4,0 para se corrigir a acidez da solução no tratamento sem correção do pH, visando evitar que a solução atingisse valores de pH que provocassem danos irreversíveis às plantas.

A alface foi semeada em bandejas de isopor, contendo mistura de vermiculita e matéria orgânica e, aos 27 dias após a semeadura, retirou-se o substrato aderido às raízes e as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos, contendo oito litros de solução nutritiva aerada. Dez dias após o transplante, procedeu-se o destaque das plântulas de alface, deixando-se uma planta por vaso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa-MG, no período de janeiro a março de 1998, envolvendo três olerícolas: alface lisa sem cabeça (cv. Regina 440), salsa (cv. Nacional) e cebolinha (cv. De Todo Ano). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (presença e ausência de CaCO_3 ; com e sem correção do pH) para a salsa e cebolinha, e 2 x 2 x 2 (presença e ausência de CaCO_3 ; com e sem correção do pH; destaque de folhas ou coleta de planta inteira) para a alface, com quatro repetições. Fixou-se valor de pH igual a 4,0 para se corrigir a acidez da solução no tratamento sem correção do pH, visando evitar que a solução atingisse valores de pH que provocassem danos irreversíveis às plantas.

A alface foi semeada em bandejas de isopor, contendo mistura de vermiculita e matéria orgânica e, aos 27 dias após a semeadura, retirou-se o substrato aderido às raízes e as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos, contendo oito litros de solução nutritiva aerada. Dez dias após o transplante, procedeu-se o desbaste das plântulas de alface, deixando-se uma planta por vaso.

A salsa também foi semeada em bandejas de isopor, contendo mistura de vermiculita e matéria orgânica e, aos 27 dias após a semeadura, duas plântulas foram transplantadas para vasos plásticos contendo oito litros de solução nutritiva aerada.

A cebolinha foi semeada em canteiros de aproximadamente 15 cm de altura e 1 m de largura. Quando as plântulas apresentaram três folhas definitivas, as raízes foram lavadas com água de torneira e água destilada, sendo que duas mudas foram transplantadas para vasos plásticos contendo oito litros de solução nutritiva aerada. As duas plantas de cebolinha e de salsa, sem desbaste, foram conduzidas até o final do experimento

3.2. Solução nutritiva

A solução nutritiva usada continha as seguintes concentrações de macronutrientes: 6,3; 2,70; 0,75; 5,25; 3,375; 1,50 e 2,625 mmol.L⁻¹ de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, P-H₂PO₄⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e S-SO₄²⁻, respectivamente. Para os micronutrientes, as concentrações em µmol.L⁻¹ foram 34,5 para o B, 0,225 para Cu, 33,75 para Fe, 27,0 para Mn, 0,75 para Mo e 1,125 para Zn. Além desses nutrientes, adicionou-se em todos os vasos, antes do início do experimento, 0,786g.L⁻¹ de superfosfato simples, a fim de elevar o teor de fósforo da solução. Nos vasos contendo tratamentos com o carbonato de cálcio, foi adicionado 0,5 g.L⁻¹ de CaCO₃ (sal P.A.).

3.3. Condução do experimento

Imediatamente após o transplante das mudas, foi feita a coleta de amostras da solução nutritiva de todos os vasos para medir o pH. Como houve acidificação da solução pela adição do superfosfato simples, foi necessário elevar o pH de todos os vasos para 6,0, com hidróxido de sódio, exceto os que continham CaCO₃. A cada dois dias, retiraram-se 50 mL de solução de todos os

vasos para medir o pH e fazer a correção para 6,0, nos vasos do tratamento com correção de pH, retornando-se com os 50 mL para os vasos após a leitura. Para a alface, aos 20, 22, 26 e 28 dias após o transplante (DAT), o pH da solução dos tratamentos, sem correção de pH e sem CaCO_3 , atingiu o valor 4,0, exigindo sua correção com NaOH. Após essa data, as plantas de alface provavelmente iniciaram a mudança da fase vegetativa para reprodutiva (pendoamento), reduzindo a oscilação do pH. Para a salsa, houve necessidade de correção, também naqueles tratamentos, aos 60 e 70 DAT. Para a cebolinha, não houve necessidade de correção em nenhuma das datas de amostragens para o tratamento supracitado.

A cada dois dias, o consumo de água foi verificado, procedendo-se sua reposição com solução nutritiva diluída em 50%. Para se verificar o consumo hídrico das plantas, completaram-se os vasos com solução de reposição até uma marca pré-fixada de oito litros, com uma proveta, e anotou-se a quantidade de solução gasta. Com os dados de consumo total de água e de peso de matéria seca total, procedeu-se o cálculo da eficiência de utilização da água com a fórmula a seguir:

$$\text{EUA} = \frac{\text{Consumo Total de Água (mL)}}{\text{Peso de Matéria Seca Total (g)}}$$

A condutividade elétrica da solução foi monitorada a cada dois dias, e manteve-se entre 2,23 e 2,71 dS/m. A média das temperaturas máxima e mínima tomadas diariamente na altura das plantas foi 36,5 e 22,5°C, respectivamente (Figura 1).

Aos 20 DAT, adicionou-se 1 mmol.L⁻¹ de MgCl_2 , e aos 32 DAT, acrescentaram-se 16,875 μmol.L⁻¹ de Fe-EDTA, em todos os vasos, pois apareceram sintomas de deficiência de Mg nas plantas e a análise da solução, naquele período, mostrou concentração baixa de Fe.

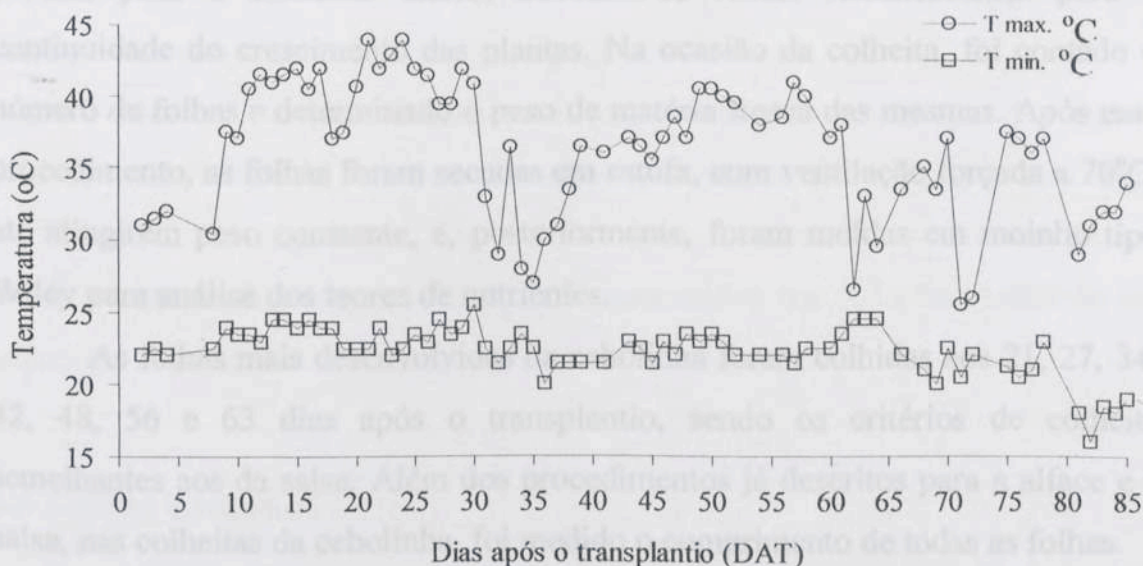


Figura 1 - Temperaturas máxima e mínima na altura das plantas durante o período do experimento (janeiro a março de 1998).

3.4. Coleta de dados

Para a alface, no tratamento com colheita parcelada, foram feitas colheitas de folhas aos 21, 27, 34 e 42 dias após o transplante (DAT), destacando-se as folhas do terço inferior da planta, ou seja, as maiores. O critério estabelecido para a colheita das folhas da alface foi definido com o objetivo de se ter um número mínimo de folhas prontas para o consumo diário de uma família. Aos 42 dias após transplante, foi feita a última colheita das folhas, assim como das plantas completas, separando-se folhas, caule, raiz e brotos laterais (das plantas que tinham). Em todas as colheitas, foi contado o número de folhas e determinado o peso de matéria fresca e seca. Folhas, caule, raízes e brotos laterais foram secados em estufa, com ventilação forçada a 70°C, até atingirem peso constante, e, posteriormente, foram moídos em moinho tipo Wiley para análise dos teores de nutrientes.

Para a salsa, foram feitas colheitas das duas ou três folhas mais desenvolvidas, aos 34, 42, 48, 56, 64, 71, 78 e 83 dias, após o transplante. Para a colheita das folhas da salsa, o critério foi baseado num número mínimo de folhas

prontas para o consumo diário, deixando-se folhas remanescentes para a continuidade do crescimento das plantas. Na ocasião da colheita, foi contado o número de folhas e determinado o peso de matéria fresca das mesmas. Após esse procedimento, as folhas foram secadas em estufa, com ventilação forçada a 70°C, até atingirem peso constante, e, posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley para análise dos teores de nutrientes.

As folhas mais desenvolvidas da cebolinha foram colhidas aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio, sendo os critérios de colheita semelhantes aos da salsa. Além dos procedimentos já descritos para a alface e a salsa, nas colheitas da cebolinha, foi medido o comprimento de todas as folhas.

Com o objetivo de acompanhar o teor dos nutrientes na solução nutritiva, durante o experimento, foram tomadas amostras das mesmas aos 0, 15, 24, 31, 42, 48, 58, 66, 74, 83 dias após o transplântio para análise dos macro e micronutrientes, exceto o molibdênio, como descrito a seguir.

3.5 Análises químicas

No material vegetal da alface, o N-NO_3^- foi extraído com água quente e passagem em carvão ativado (CATALDO et al., 1975) e dosado com ácido salicílico a 5% em ácido sulfúrico.

O material vegetal seco das três espécies foi digerido com ácido perclórico e água oxigenada. Do extrato obtido, fez-se a dosagem do K por fotometria de chama; a de P por colorimetria, tendo como agente redutor o ácido ascórbico (BRAGA e DEFELIPO, 1974); a de S por turbidimetria (CHESNIN e YIEN, 1950) e a de N-orgânico usando-se o reagente de Nessler (JACKSON, 1958). A concentração de Ca, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe foi determinada por espectrofotometria de absorção atômica.

Apenas para alface foi feita a extração de boro por digestão via seca em mufla a 550°C. O boro foi dosado pelo método da Azometina-H em Ácido Ascórbico 1% (BINGHM, 1982).

Os teores dos macronutrientes no tecido vegetal foram expressos em dag.kg^{-1} e os dos micronutrientes em mg.kg^{-1} .

Para a análise das soluções nutritivas, procedeu-se a filtração em papel-filtro quantitativo de 11,0 cm de diâmetro. A dosagem dos elementos (N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn, Fe e B) foi feita conforme descrito para o material vegetal. A concentração dos macronutrientes nas soluções nutritivas foi expressa em mmol.L^{-1} e a dos micronutrientes em $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

3.6 Análise estatística

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância, usando-se o programa SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genética, (EUCLYDES, 1983). Procedeu-se o desdobramento da adição de CaCO_3 com a ausência ou presença de correção do pH da solução e da correção do pH com e sem CaCO_3 . A análise geral e o desdobramento foram testados pelo teste F, a 5% de probabilidade.

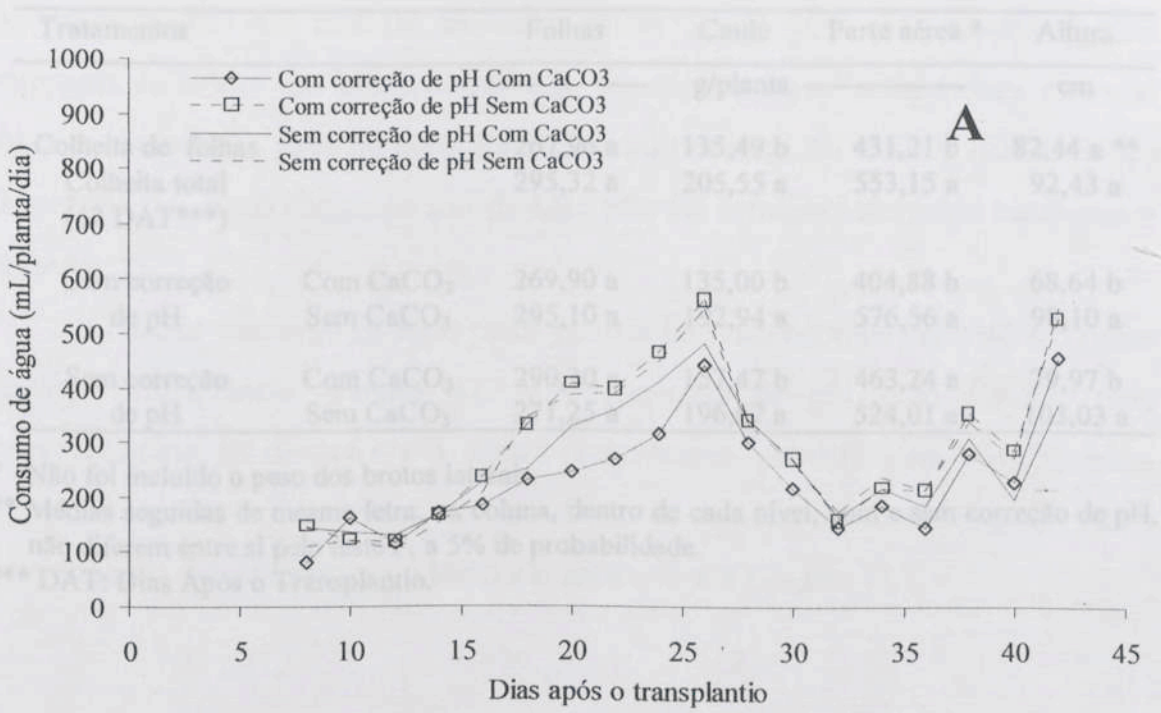
Na ausência do CaCO_3 , o caule cresceu mais (Quadro 1), expondo mais as folhas, havendo maior número de nós, resultando em um grande consumo de água pelas plantas (Quadro 2). Entre 22 e 26 dias após o transplante, (DAT) houve máximo consumo de água, provavelmente porque nesse período as plantas estavam com elevada área foliar e ocorreram temperaturas mais elevadas (Figura 1). Foi maior o consumo de água, quando houve colheita total em relação à colheita parcelada (Quadro 2). A área foliar na colheita parcelada manteve-se menor que na colheita total, pois eram colhidas as folhas maiores sucessivamente. De forma geral, numericamente, efeitos dos tratamentos sobre o consumo de água foram maiores na colheita total de folhas (Figura 2 (B)), porque na colheita parcelada (Figura 2 (A)) as folhas eram removidas periodicamente, sendo os efeitos dos tratamentos atribuídos para o consumo de água. Na colheita total da alface, as plantas com o CaCO_3 tiveram consumo de água sempre abaixo das sem o CaCO_3 . Apesar disso, não houve diferenças entre os tratamentos com relação à eficiência de uso da água (Quadro 2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de água, pH e condutividade elétrica

O consumo de água pelas plantas de alface em geral mostrou tendência de ser menor na presença de CaCO_3 para a colheita parcelada de folhas e colheita total (Figura 2). Na ausência do CaCO_3 , o caule cresceu mais (Quadro 1), expondo mais as folhas, havendo maior número destas, resultando em um grande consumo de água pelas plantas (Quadro 2). Entre 22 e 26 dias após o transplântio, (DAT) houve máximo consumo de água, provavelmente porque nesse período as plantas estavam com elevada área foliar e ocorreram temperaturas mais elevadas (Figura 1). Foi maior o consumo de água, quando houve colheita total em relação à colheita parcelada (Quadro 2). A área foliar na colheita parcelada manteve-se menor que na colheita total, pois eram colhidas as folhas maiores semanalmente. De forma geral, numericamente, efeitos dos tratamentos sobre o consumo de água foram maiores na colheita total de folhas (Figura 2 (B)), porque na colheita parcelada (Figura 2 (A)) as folhas eram removidas periodicamente, sendo os efeitos dos tratamentos amenizados para o consumo de água. Na colheita total da alface, as plantas com o CaCO_3 tiveram consumo de água sempre abaixo das sem o CaCO_3 . Apesar disso, não houve diferenças entre os tratamentos com relação à eficiência de uso da água (Quadro 2).

Quadro 1 - Peso da matéria fresca de folhas, caule, parte aérea e altura de plantas de alface, influenciados pelo tipo de colheita, pelo carbonato de cálcio e pela correção de pH



Quadro 2 - Consumo total de água das plantas de alface ao final do período experimental e eficiência de uso da água influenciados pelo tipo de colheita, pelo carbonato de cálcio e pela correção de pH

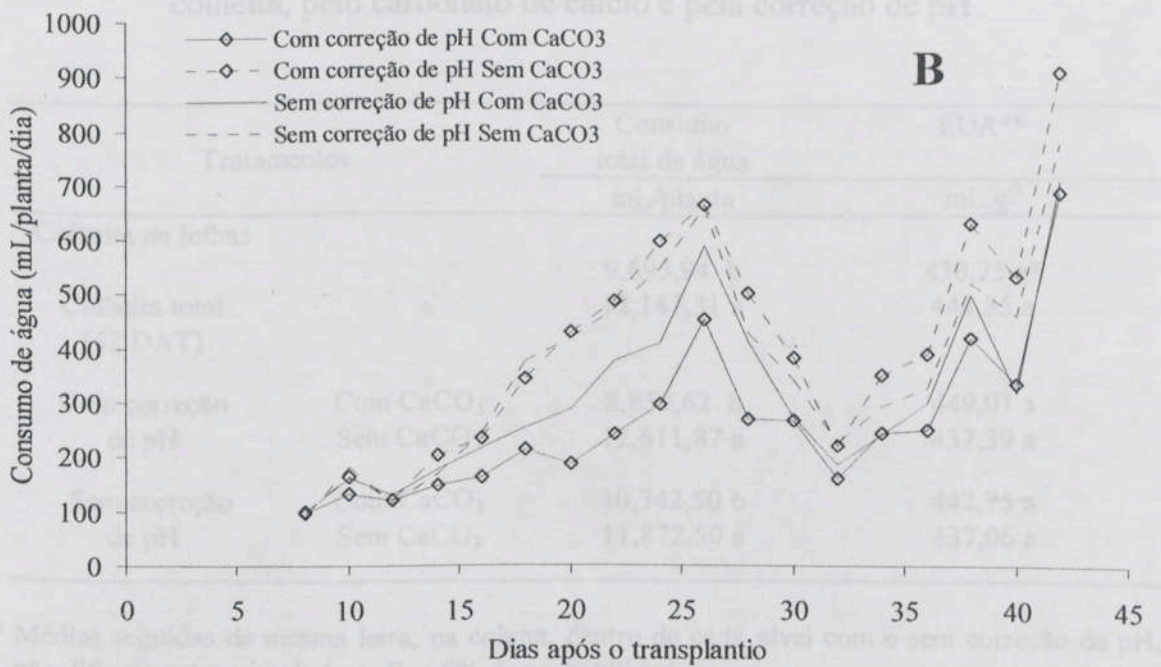


Figura 2 - Consumo de água pelas plantas de alface, durante o período experimental, no tratamento colheita parcelada de folhas (A) e colheita total (B), influenciado pela correção de pH e presença de CaCO₃.

Quadro 1 - Peso de matéria fresca de folhas, caule, parte aérea e altura de plantas de alface, influenciados pelo tipo de colheita, pelo carbonato de cálcio e pela correção de pH

| Tratamentos | | Folhas | Caule | Parte aérea * | Altura |
|-------------------------------|-----------------------|----------|----------|---------------|------------|
| | | | g/planta | | cm |
| Colheita de folhas | | 267,96 a | 135,49 b | 431,21 b | 82,44 a ** |
| Colheita total (42 DAT***) | | 295,32 a | 205,55 a | 553,15 a | 92,43 a |
| Com correção de pH | Com CaCO ₃ | 269,90 a | 135,00 b | 404,88 b | 68,64 b |
| | Sem CaCO ₃ | 295,10 a | 192,94 a | 576,56 a | 98,10 a |
| Sem correção de pH | Com CaCO ₃ | 290,30 a | 157,47 b | 463,24 a | 79,97 b |
| | Sem CaCO ₃ | 271,25 a | 196,67 a | 524,01 a | 103,03 a |

* Não foi incluído o peso dos brotos laterais.

** Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada nível, com e sem correção de pH, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

*** DAT: Dias Após o Transplântio.

Quadro 2 - Consumo total de água das plantas de alface ao final do período experimental e eficiência de uso da água influenciados pelo tipo de colheita, pelo carbonato de cálcio e pela correção de pH

| Tratamentos | | Consumo total de água | EUA** |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| | | mL/planta | mL.g ⁻¹ |
| Colheita de folhas | | | |
| Colheita total (42 DAT) | | 9,695,94 b | 438,25 a* |
| Com correção de pH | Com CaCO ₃ | 8,859,62 b | 449,01 a |
| | Sem CaCO ₃ | 12,611,87 a | 437,39 a |
| Sem correção de pH | Com CaCO ₃ | 10,342,50 b | 442,75 a |
| | Sem CaCO ₃ | 11,872,50 a | 437,06 a |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

** Eficiência de Uso da Água = Consumo total de água (mL/planta) / Peso de matéria seca total (g/planta): mL/g. No caso da alface existia apenas uma planta por vaso.

*** DAT: dias após o transplântio.

Entre 15 e 25 DAT, ocorreu o máximo consumo de água pelas plantas de cebolinha (Figura 3), independente do tratamento, coincidindo também com temperaturas elevadas. Houve oscilação no consumo de água, durante o período do experimento, que não foi explicada pelos tratamentos nem pelas colheitas semanais de folhas das plantas, podendo ter explicação na temperatura elevada. Apenas o consumo total de água foi menor na presença do CaCO_3 sem correção de pH, porém, a eficiência de uso da água não foi influenciada pelos tratamentos (Quadro 3).

O maior consumo de água pelas plantas de salsa ocorreu entre 45 e 55 dias após o transplante (Figura 4), sem correção de pH com CaCO_3 que, provavelmente, foi decorrente do maior crescimento destas (Figura 14 (C)). Além disso, as oscilações ocorridas no período, com relação a esse consumo, foram provenientes das alterações na temperatura ambiente (Figura 1).

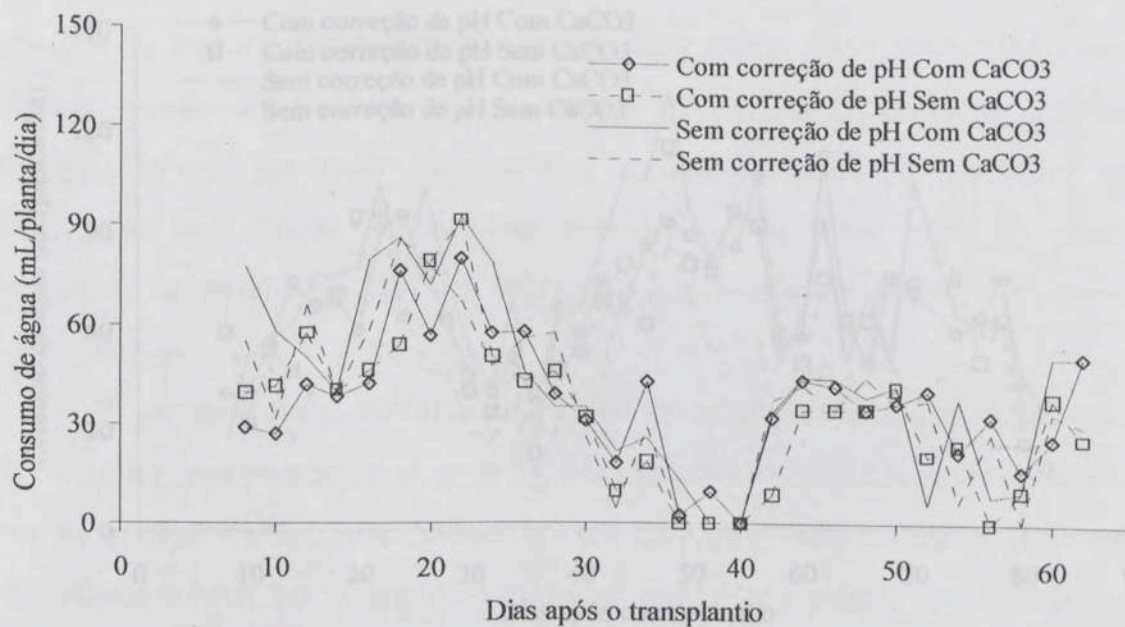


Figura 3 - Consumo de água pelas plantas de cebolinha, durante o período experimental, influenciado pela correção do pH e presença do CaCO_3 .

Quadro 3 - Consumo total de água pelas plantas de cebolinha ao final do período experimental e eficiência de uso da água influenciados pela correção de pH e pela presença de carbonato de cálcio

| Tratamentos | | Consumo total de água | EUA** | Consumo total de água |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | mL/planta | mL.g ⁻¹ | mL/vaso |
| Com correção de pH | Com CaCO ₃ | 2.031,25 a | 1.183,23 a* | 4.062,50 a |
| | Sem CaCO ₃ | 2.313,75 a | 1.300,29 a | 4.627,50 a |
| Sem correção de pH | Com CaCO ₃ | 1.821,25 b | 866,98 a | 3.642,50 b |
| | Sem CaCO ₃ | 2.058,50 a | 983,47 a | 4.117,00 a |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

** Eficiência de Uso da Água = Consumo total de água (mL/planta) / Peso de matéria seca total (g/planta).

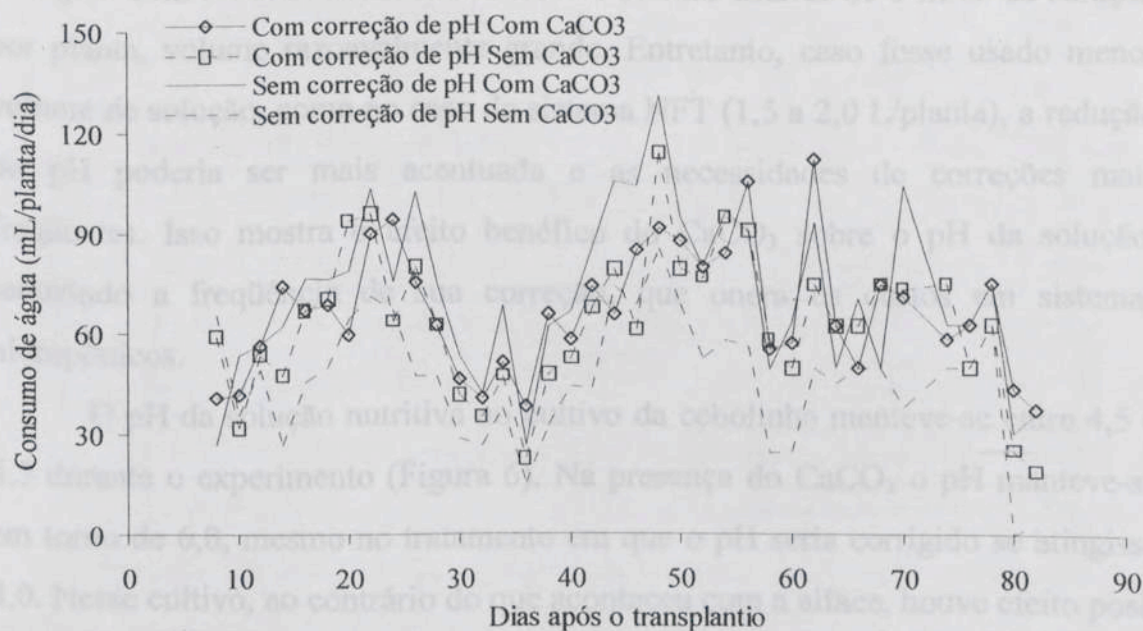


Figura 4 - Consumo de água pelas plantas de salsa, durante o período experimental, influenciado pela correção de pH e presença do CaCO₃.

Quadro 4 - Consumo total de água pelas plantas de salsa ao final do período experimental e eficiência de uso da água, influenciados pela correção de pH e presença de carbonato de cálcio

| Tratamentos | | Consumo total de água mL/planta | EUA** mL.g ⁻¹ | Consumo total de água mL/vaso |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Com correção de pH | Com CaCO ₃ | 4.924,75 a | 855,48 a* | 9.849,50 a |
| | Sem CaCO ₃ | 5.280,00 a | 800,91 a | 10.560,0 a |
| Sem correção de pH | Com CaCO ₃ | 4.605,75 a | 874,75 a | 9.211,50 a |
| | Sem CaCO ₃ | 3.399,75 a | 891,18 a | 6.799,50 a |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

** Eficiência de Uso da Água = Consumo total de água (mL/planta) / Peso de matéria seca total (g/planta).

Na presença do CaCO₃, o pH da solução com a alface manteve-se sempre mais elevado e com menor oscilação do que na sua ausência (Figura 5). Sem o CaCO₃, o efeito da correção de pH foi pronunciado. No tratamento sem correção de pH, este alcançou valores de 4,0 aos 20, 22, 26 e 28 DAT, sendo então corrigido com NaOH. Os resultados foram obtidos usando-se 8 litros de solução por planta, volume razoavelmente grande. Entretanto, caso fosse usado menor volume de solução, como no caso do sistema NFT (1,5 a 2,0 L/planta), a redução do pH poderia ser mais acentuada e as necessidades de correções mais freqüentes. Isso mostra o efeito benéfico do CaCO₃ sobre o pH da solução, reduzindo a freqüência de sua correção, que onera os custos em sistemas hidropônicos.

O pH da solução nutritiva no cultivo da cebolinha manteve-se entre 4,5 e 6,5 durante o experimento (Figura 6). Na presença do CaCO₃ o pH manteve-se em torno de 6,0, mesmo no tratamento em que o pH seria corrigido se atingisse 4,0. Nesse cultivo, ao contrário do que aconteceu com a alface, houve efeito positivo da correção do pH sobre o pH da solução, mesmo na presença do CaCO₃.

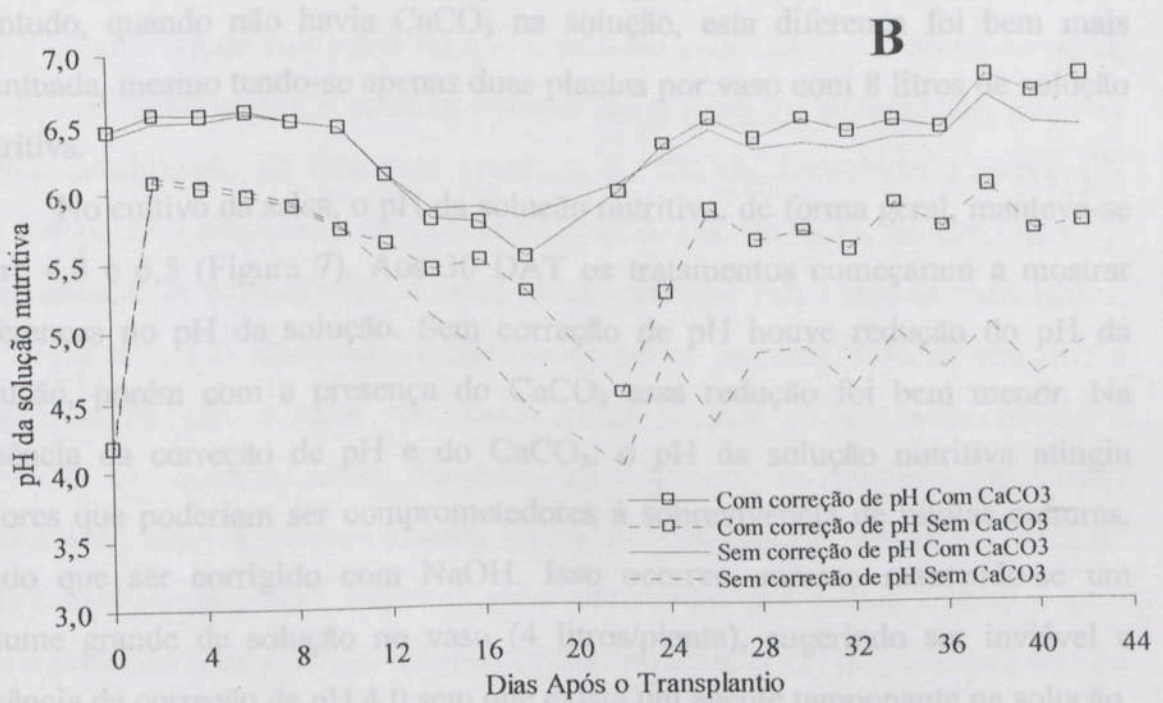
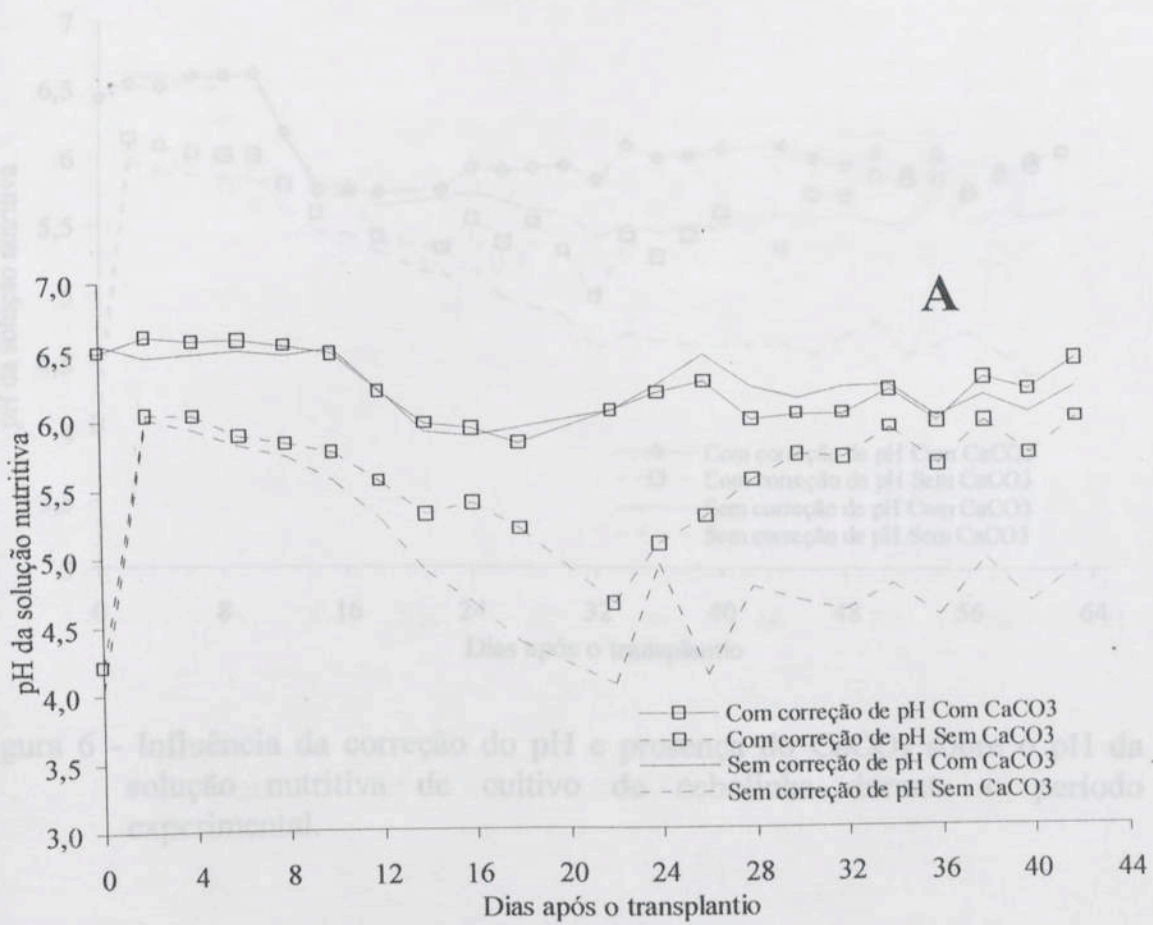


Figura 5 - Influência da correção do pH e presença do CaCO₃ sobre o pH da solução nutritiva de cultivo da alface durante o período experimental no tratamento colheita parcelada (A) e colheita total de folhas (B).

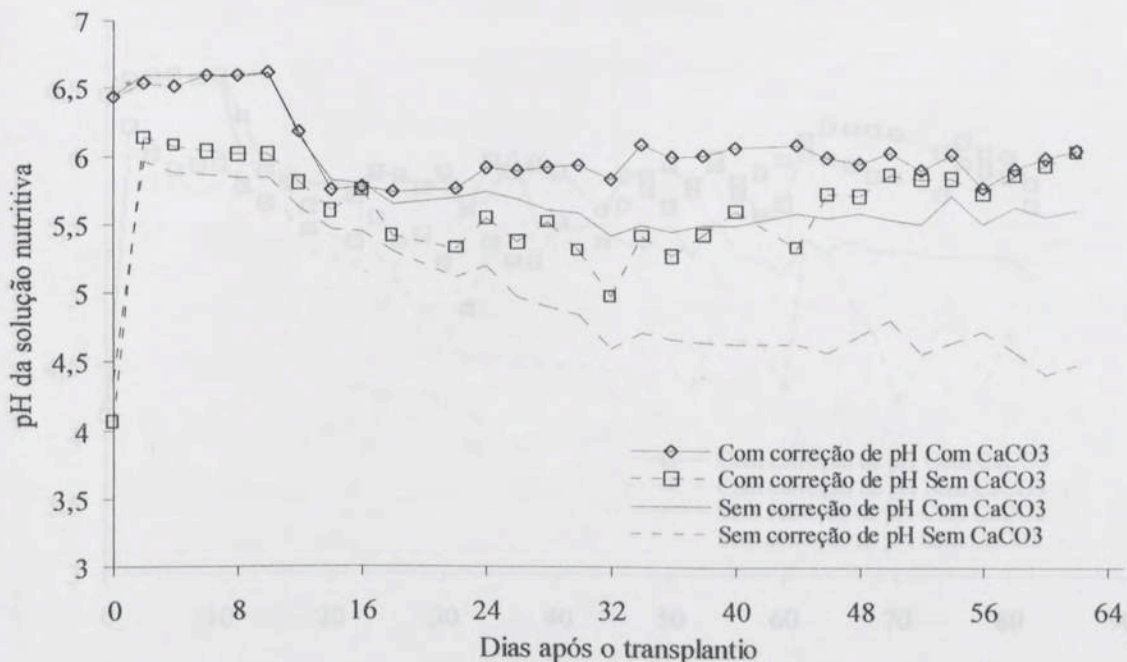


Figura 6 - Influência da correção do pH e presença do CaCO₃ sobre o pH da solução nutritiva de cultivo de cebolinha durante o período experimental.

Contudo, quando não havia CaCO₃ na solução, esta diferença foi bem mais acentuada, mesmo tendo-se apenas duas plantas por vaso com 8 litros de solução nutritiva.

No cultivo da salsa, o pH da solução nutritiva, de forma geral, manteve-se entre 4,8 e 6,5 (Figura 7). Aos 30 DAT os tratamentos começaram a mostrar diferenças no pH da solução. Sem correção de pH houve redução do pH da solução, porém com a presença do CaCO₃ essa redução foi bem menor. Na ausência da correção de pH e do CaCO₃, o pH da solução nutritiva atingiu valores que poderiam ser comprometedores à sobrevivência de muitas culturas, tendo que ser corrigido com NaOH. Isso ocorreu, mesmo mantendo-se um volume grande de solução no vaso (4 litros/planta), sugerindo ser inviável a ausência da correção de pH 4,0 sem que exista um agente tamponante na solução. Além do CaCO₃, outro agente tamponante que poderia ser usado com sucesso é o zeolito de cálcio (FUKUYAMA et al., 1995) que tampona o pH da solução nutritiva.

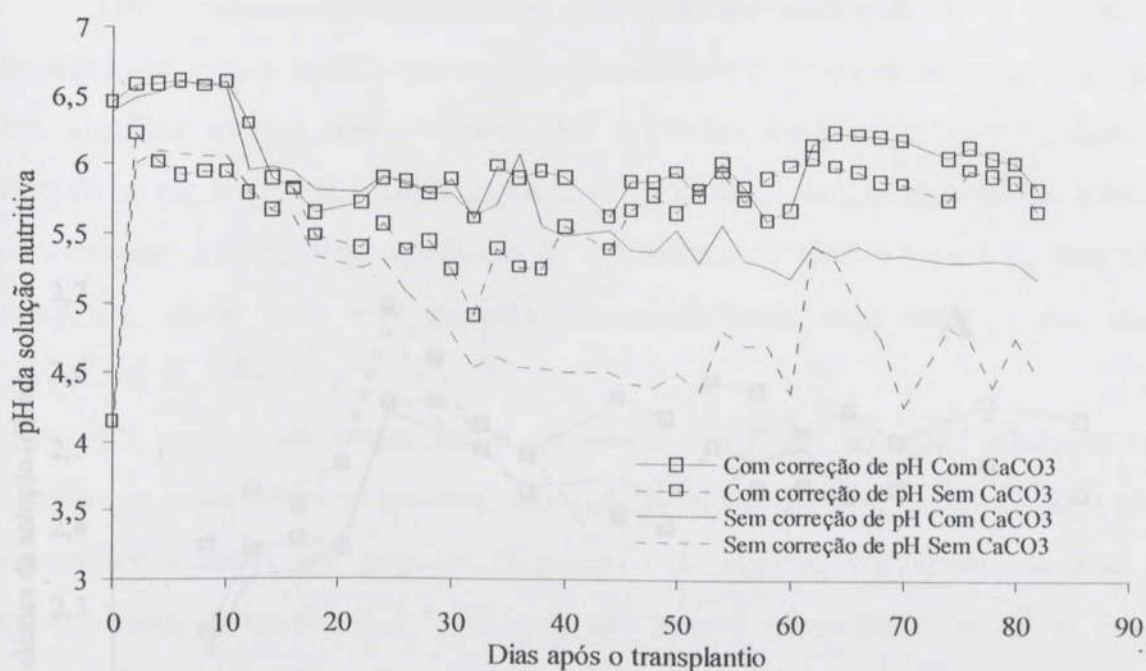


Figura 7 - Influência da correção do pH e presença do CaCO₃ sobre o pH da solução nutritiva de cultivo da salsa durante o período experimental.

No início do experimento, a solução nutritiva com alface sem CaCO₃ teve maior condutividade elétrica (CE) que a solução com CaCO₃ e, de modo geral, não houve diferença da CE entre os tratamentos (Figura 8). Inicialmente, pode ter havido precipitação de íons pela presença do CaCO₃, induzindo a menor CE verificada, enquanto, com a contínua liberação de Ca⁺⁺ e HCO₃⁻ do CaCO₃, a CE seria aumentada, equilibrando-se entre os tratamentos. Em todos os tratamentos, inicialmente, a CE aumentou, estabilizando-se em seguida. Isso mostra que a proporção de sais e água absorvidos pelas plantas recém-transplantadas é diferente de quando estão maiores. Inicialmente, as plantas apresentam crescimento lento e, provavelmente, menor necessidade de nutrientes, além de suas folhas serem novas, expostas (não-sombreadas por outras folhas) e com pouca proteção contra perda de água por transpiração. Além disso, a temperatura alta favoreceria a perda de água; porém, a CE manteve-se em torno de 2,5 dS/m, valor apropriado para o cultivo hidropônico de alface (MARTINEZ, 1997).

Não houve redução na elevação acentuada dos valores da CE da solução e, baseando-se apenas na CE, não haveria necessidade de troca de solução, mas isso não significa que as concentrações das nutrientes estejam adequadas. Assim, quando há reposição de solução, basta com a adição de uma nova solução, menos concentrada, não se tem a necessidade de reposição das concentrações apenas pela CE, pois CE

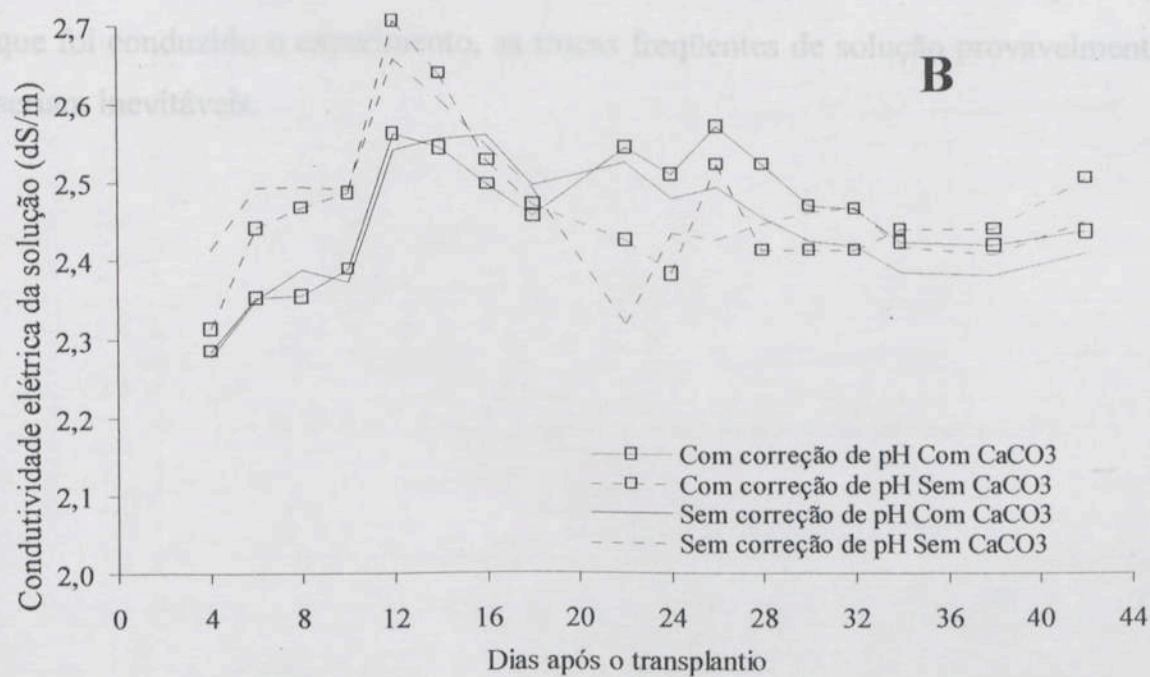
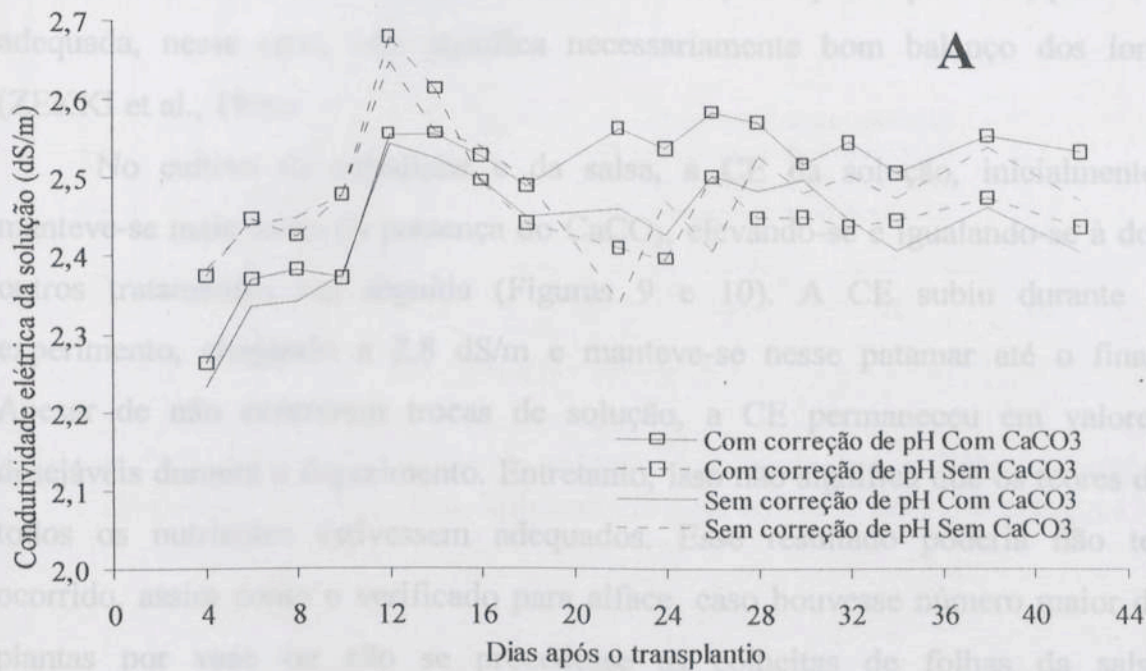


Figura 8 - Conduividade elétrica da solução de cultivo da alface, durante o período experimental, no tratamento colheita parcelada (A) e colheita total (B), influenciados pela correção do pH e presença de CaCO₃.

Não houve redução ou elevação acentuada dos valores da CE da solução e, baseando-se apenas na CE, não haveria necessidade de troca de solução, mas isso não significa que as concentrações dos nutrientes estejam adequadas. Assim, quando há reposição da solução gasta com a adição de uma nova solução, menos concentrada, não se deve monitorar as concentrações apenas pela CE, pois CE adequada, nesse caso, não significa necessariamente bom balanço dos íons (ZEKKI et al., 1996).

No cultivo da cebolinha e da salsa, a CE da solução, inicialmente, manteve-se mais baixa na presença do CaCO_3 , elevando-se e igualando-se à dos outros tratamentos em seguida (Figuras 9 e 10). A CE subiu durante o experimento, chegando a 2,8 dS/m e manteve-se nesse patamar até o final. Apesar de não ocorrerem trocas de solução, a CE permaneceu em valores desejáveis durante o experimento. Entretanto, isso não significa que os teores de todos os nutrientes estivessem adequados. Esse resultado poderia não ter ocorrido, assim como o verificado para alface, caso houvesse número maior de plantas por vaso ou não se procedesse as colheitas de folhas da salsa semanalmente, como neste experimento. Nesses casos, e tendo as condições em que foi conduzido o experimento, as trocas freqüentes de solução provavelmente seriam inevitáveis.

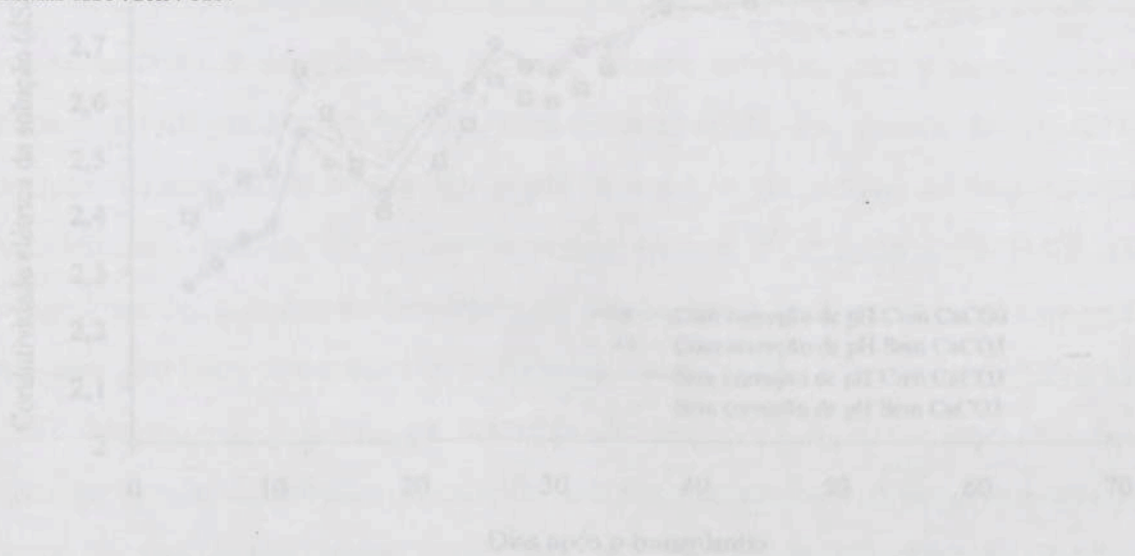


Figura 10 - Condutividade elétrica da solução de cultivo da salsa, durante o período experimental mencionado, pela correção do pH e presença de CaCO_3 .

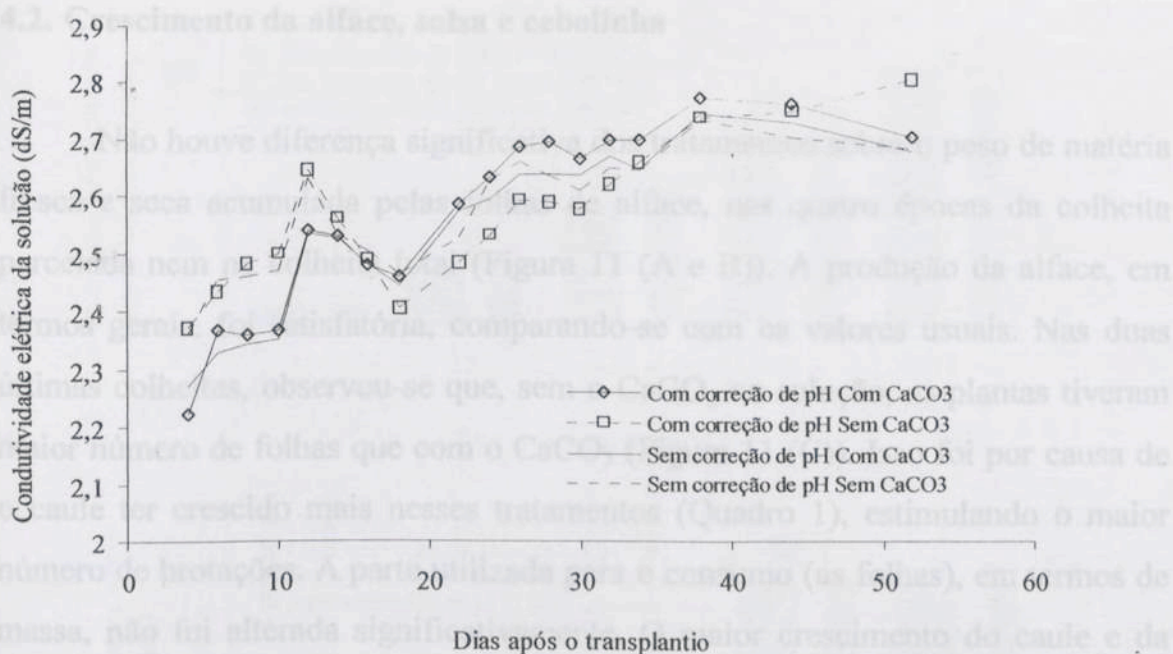


Figura 9 - Condutividade elétrica da solução de cultivo da cebolinha, durante o período experimental, influenciado pela correção do pH e presença de CaCO_3 .

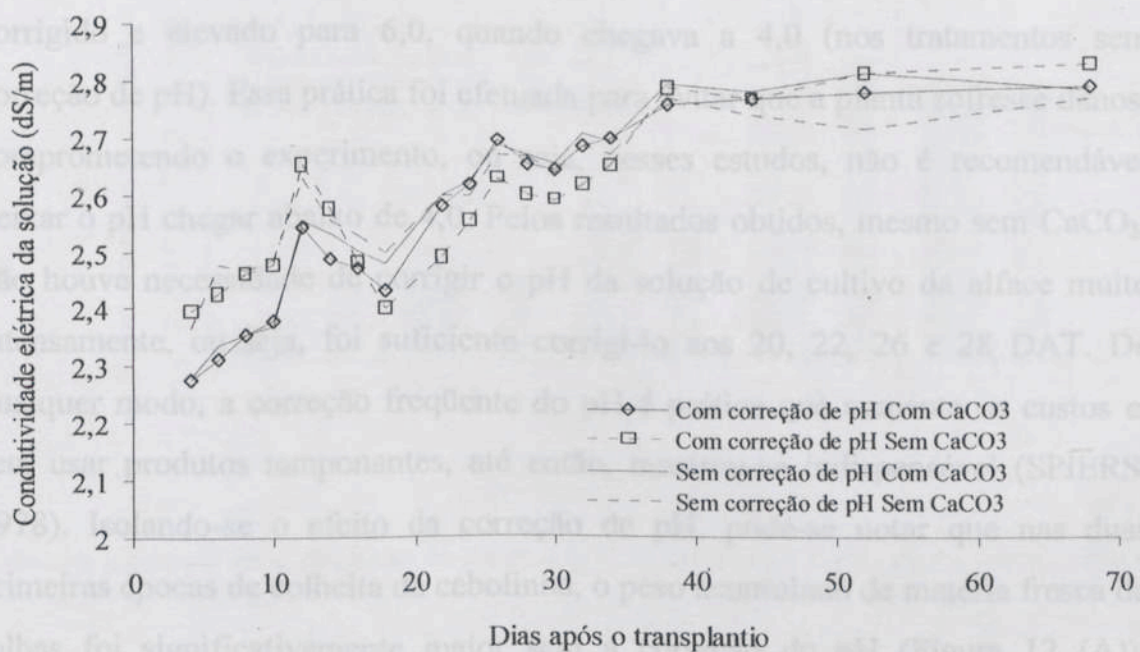
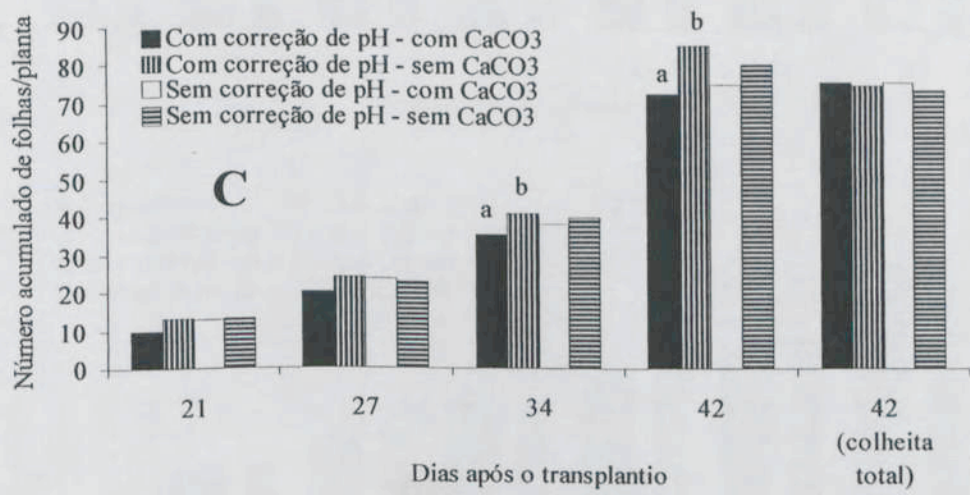
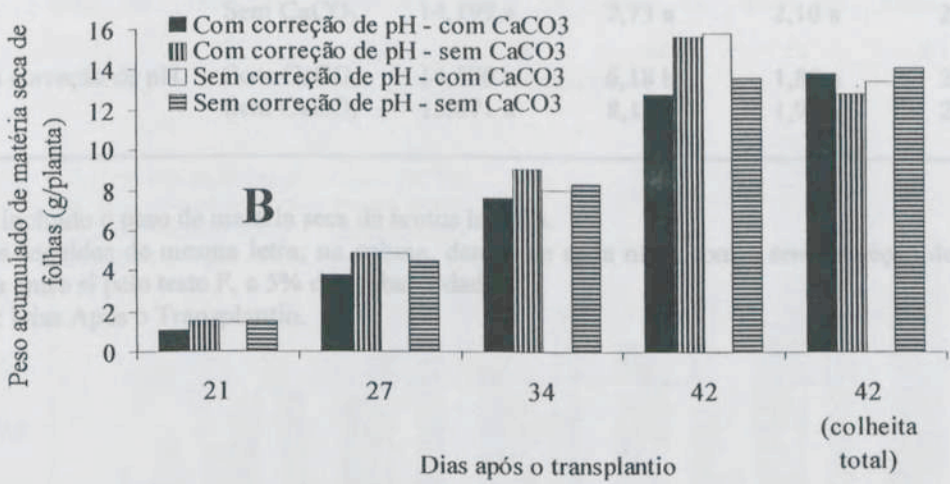
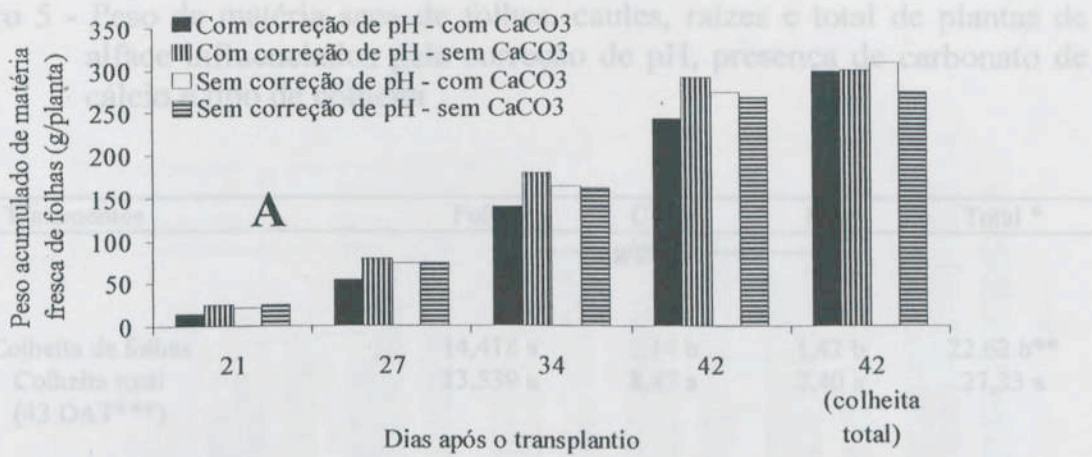


Figura 10 - Condutividade elétrica da solução de cultivo da salsa, durante o período experimental influenciado, pela correção do pH e presença de CaCO_3 .

4.2. Crescimento da alface, salsa e cebolinha

Não houve diferença significativa dos tratamentos sobre o peso de matéria fresca e seca acumulada pelas folhas de alface, nas quatro épocas da colheita parcelada nem na colheita total (Figura 11 (A e B)). A produção da alface, em termos gerais, foi satisfatória, comparando-se com os valores usuais. Nas duas últimas colheitas, observou-se que, sem o CaCO_3 na solução, as plantas tiveram maior número de folhas que com o CaCO_3 (Figura 11 (C)). Isso foi por causa de o caule ter crescido mais nesses tratamentos (Quadro 1), estimulando o maior número de brotações. A parte utilizada para o consumo (as folhas), em termos de massa, não foi alterada significativamente. O maior crescimento do caule e da raiz (Quadros 1 e 5), na ausência do CaCO_3 , pode estar relacionado com as alterações promovidas por esse sal nas concentrações dos nutrientes na solução nutritiva. Entretanto, maior crescimento de caule não é vantajoso para a alface, pois deixa a planta com uma aparência inadequada para a comercialização.

A correção de pH não influenciou o crescimento da alface (Figura 11). Esse resultado deve ser analisado com cuidado, em razão de o pH ter sido corrigido e elevado para 6,0, quando chegava a 4,0 (nos tratamentos sem correção de pH). Essa prática foi efetuada para evitar que a planta sofresse danos, comprometendo o experimento, ou seja, nesses estudos, não é recomendável deixar o pH chegar abaixo de 4,0. Pelos resultados obtidos, mesmo sem CaCO_3 , não houve necessidade de corrigir o pH da solução de cultivo da alface muito intensamente, ou seja, foi suficiente corrigi-lo aos 20, 22, 26 e 28 DAT. De qualquer modo, a correção freqüente do pH é prática que aumenta os custos e, sem usar produtos tamponantes, até então, mostrou-se indispensável (SPIERS, 1978). Isolando-se o efeito da correção de pH, pode-se notar que nas duas primeiras épocas de colheita da cebolinha, o peso acumulado de matéria fresca de folhas foi significativamente maior sem a correção de pH (Figura 12 (A)). Comportamento semelhante ocorreu para o peso acumulado de matéria seca de folhas (Figura 12 (B)). Não houve efeito da correção de pH nem do CaCO_3 para o número de folhas em nenhuma das épocas de amostragens (Figura 12 (C)).



Colunas seguidas por letras diferentes, dentro de cada nível com e sem correção de pH, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 11 - Peso acumulado de matéria fresca (A), seca (B) e número de folhas (C) de alface nas quatro épocas de amostragens e no tratamento colheita total, influenciados pela correção do pH e presença do CaCO₃.

Quadro 5 - Peso de matéria seca de folhas, caules, raízes e total de plantas de alface influenciados pela correção de pH, presença de carbonato de cálcio e tipo de colheita

| Tratamentos | | Folhas | Caule | Raiz | Total * |
|-------------------------------|-----------------------|----------|--------|--------|-----------|
| ----- g/planta ----- | | | | | |
| Colheita de folhas | | 14,418 a | 5,14 b | 1,42 b | 22,62 b** |
| Colheita total (42 DAT***) | | 13,539 a | 8,47 a | 2,40 a | 27,33 a |
| Com correção de pH | Com CaCO ₃ | 13,273 a | 5,12 b | 1,69 b | 20,08 b |
| | Sem CaCO ₃ | 14,199 a | 7,73 a | 2,10 a | 28,86 a |
| Sem correção de pH | Com CaCO ₃ | 14,570 a | 6,18 b | 1,88 a | 23,71 a |
| | Sem CaCO ₃ | 13,871 a | 8,18 a | 1,98 a | 27,25 a |

* Não foi incluído o peso de matéria seca de brotos laterais.

** Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

*** DAT: Dias Após o Transplântio.

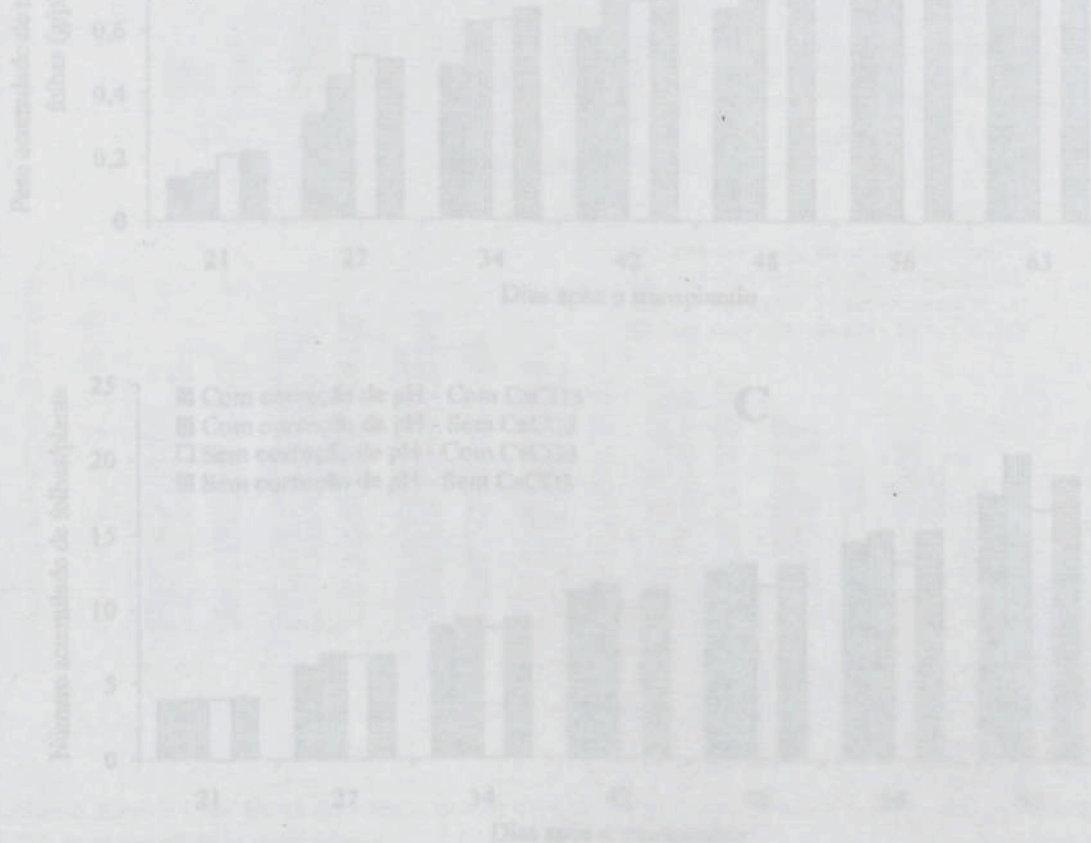


Figura 12 - Peso acumulado de matéria fresca (A), caule (B) e número de folhas (C) da cebolinha, nas sete épocas de amostragem, influenciadas pela correção do pH e presença de CaCO₃.

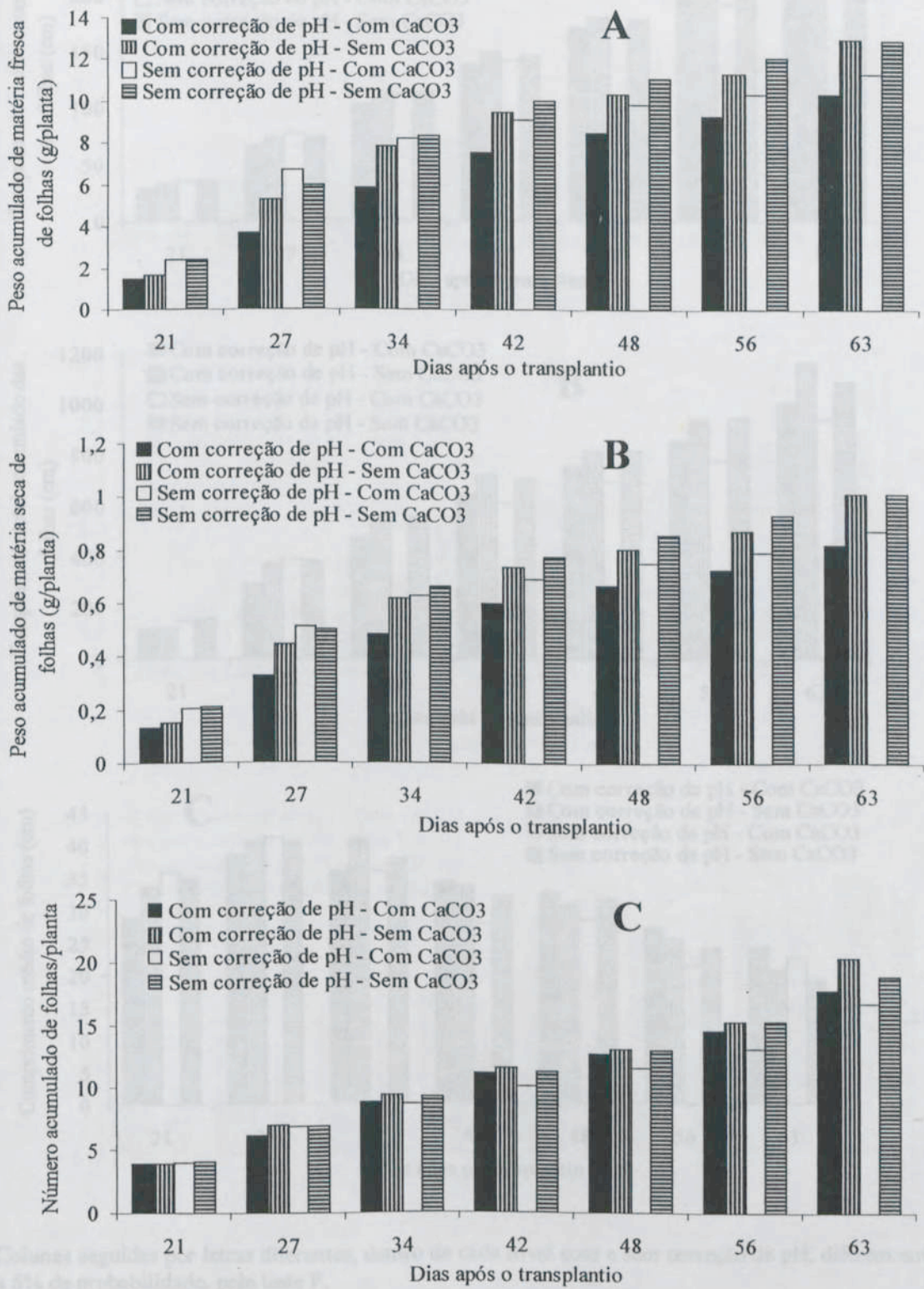
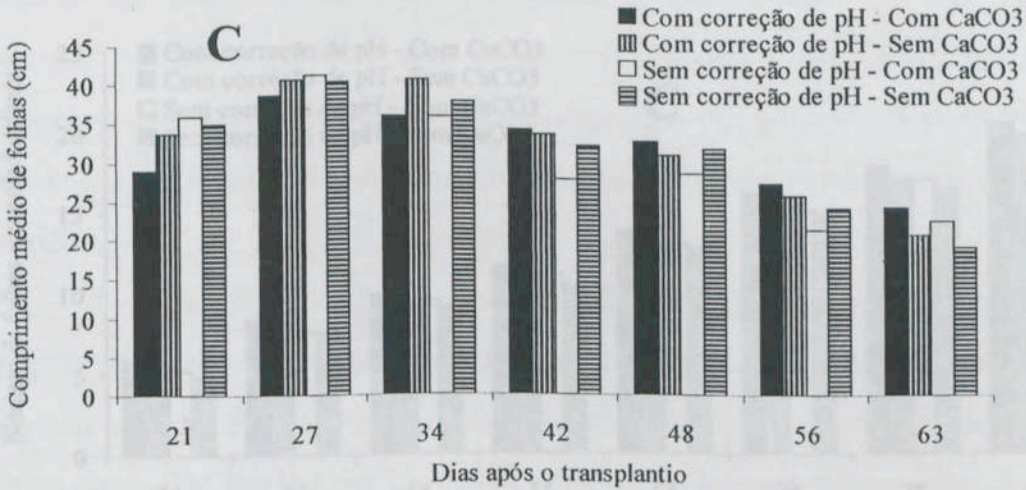
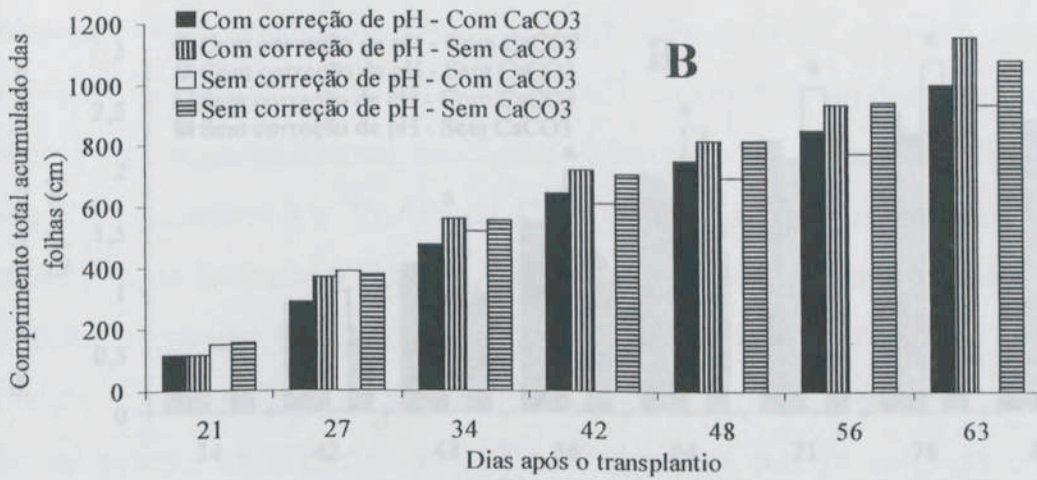
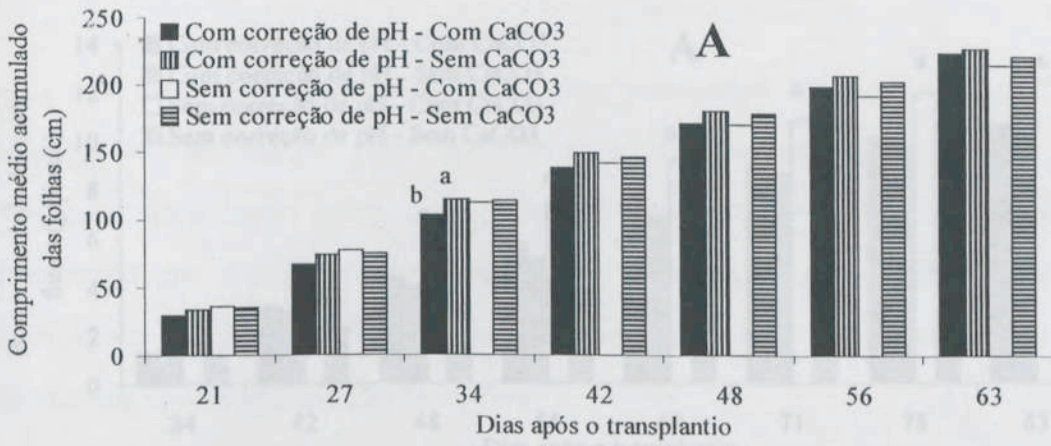
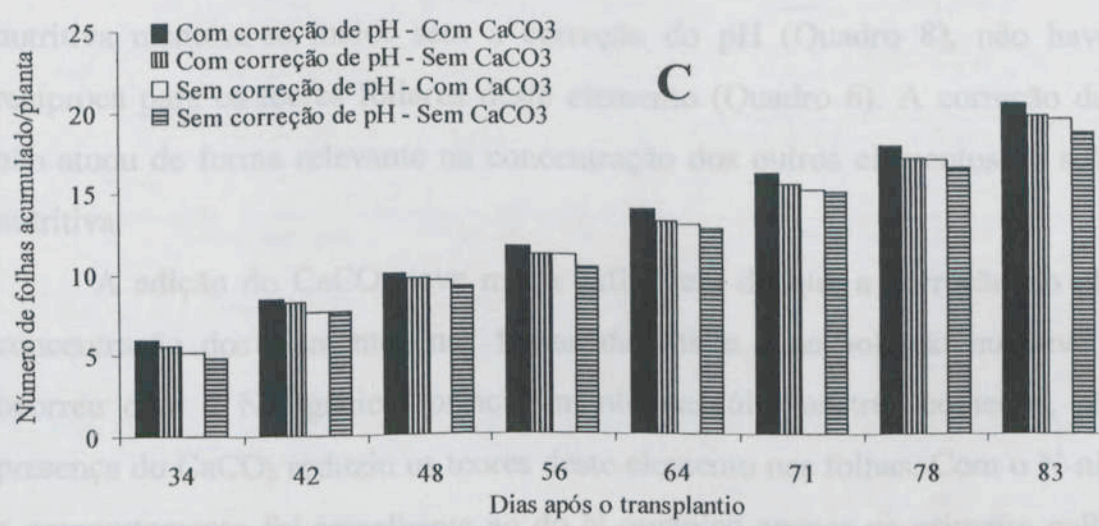
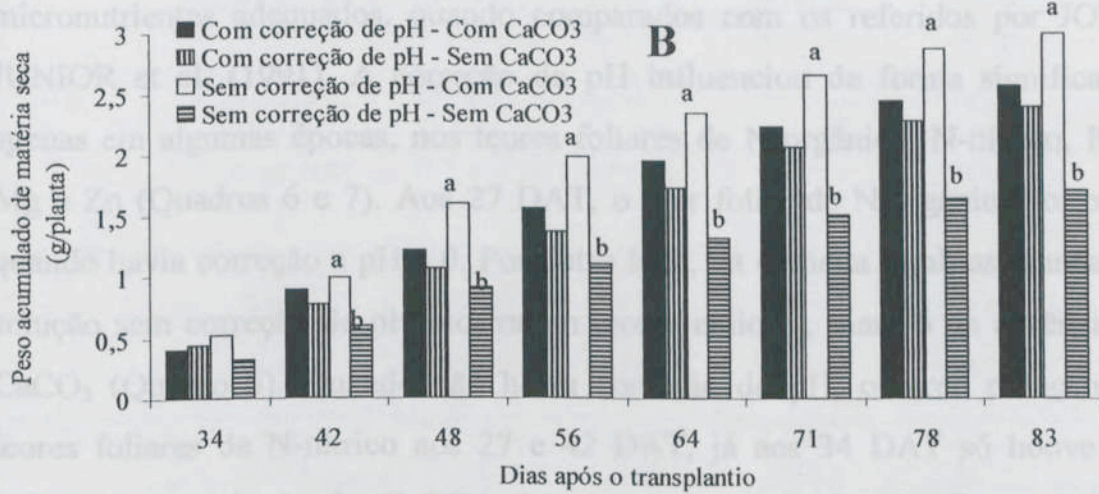
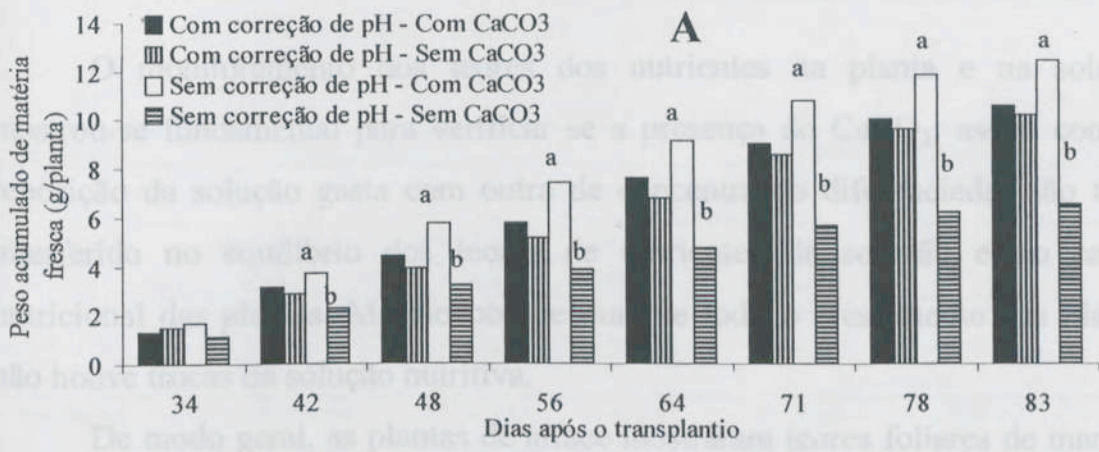


Figura 12 - Peso acumulado de matéria fresca (A), seca (B) e número de folhas (C) da cebolinha, nas sete épocas de amostragens, influenciados pela correção do pH e presença de CaCO₃.



Colunas seguidas por letras diferentes, dentro de cada nível com e sem correção de pH, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 13 - Comprimento acumulado médio (A), acumulado total (B) e médio (C) das folhas de cebolinha, nas sete épocas de amostragens, influenciado pela correção do pH e presença de CaCO₃.



Colunas seguidas por letras diferentes, dentro de cada nível com e sem correção de pH, diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 14 - Peso acumulado de matéria fresca (A), de matéria seca (B) e número (C) de folhas de salsa nas oito épocas de amostragens, influenciados pela correção do pH e presença de CaCO₃.

4.3. Teor de nutrientes na solução nutritiva e nas plantas

O monitoramento dos teores dos nutrientes na planta e na solução mostrou-se fundamental para verificar se a presença do CaCO_3 , assim como a reposição da solução gasta com outra de concentração diferenciada, não tinha interferido no equilíbrio dos teores de nutrientes da solução e no estado nutricional das plantas. Mesmo porque durante todo o crescimento das plantas não houve trocas da solução nutritiva.

De modo geral, as plantas de alface mostraram teores foliares de macro e micronutrientes adequados, quando comparados com os referidos por JONES JUNIOR et al. (1991). A correção do pH influenciou de forma significativa, apenas em algumas épocas, nos teores foliares de N-orgânico, N-nítrico, P, K, Mg e Zn (Quadros 6 e 7). Aos 27 DAT, o teor foliar de N-orgânico foi maior quando havia correção a pH 4,0. Por outro lado, na colheita final, as plantas em solução sem correção de pH mostraram teores maiores, mas só na ausência do CaCO_3 (Quadro 6). Quando não havia correção do pH, ocorreu redução dos teores foliares de N-nítrico aos 27 e 42 DAT, já aos 34 DAT só houve esta redução na ausência do CaCO_3 . Apenas a concentração de Ca na solução nutritiva manteve-se maior sem a correção do pH (Quadro 8), não havendo recíproca para os teores foliares deste elemento (Quadro 6). A correção do pH não atuou de forma relevante na concentração dos outros elementos na solução nutritiva.

A adição do CaCO_3 teve maior influência do que a correção do pH na concentração dos elementos nas folhas da alface e na solução nutritiva. Isto ocorreu com o N-orgânico, principalmente nas últimas três colheitas, pois a presença do CaCO_3 reduziu os teores deste elemento nas folhas. Com o N-nítrico o comportamento foi semelhante ao do N-orgânico apenas na primeira colheita, nas outras não houve diferença significativa, enquanto que na solução nutritiva, quando foi adicionado o CaCO_3 , os teores de N-NO_3^- mantiveram-se mais elevados, principalmente quando havia correção do pH (Quadros 8 e 9).

Quadro 6 - Teor de macronutrientes (dag.kg⁻¹), na matéria seca de folhas de alface, no tratamento colheita parcelada, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO₃

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | |
|------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| | | | 21 DAT* | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT |
| | | | dag.kg ⁻¹ | | | |
| N-orgânico | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 3,481 a** | 2,670 a | 3,093 a | 3,656 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 3,604 a | 3,102 b | 3,424 b | 3,755 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 3,516 a | 3,013 a | 3,187 a | 3,814 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 3,569 a | 3,321 b | 3,720 b | 4,610 b |
| N-nítrico | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 0,487 a | 0,655 a | 1,195 a | 1,149 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,713 b | 0,791 a | 1,429 a | 1,120 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 0,576 a | 0,581 a | 1,109 a | 0,918 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,716 b | 0,593 a | 0,889 a | 0,853 a |
| P | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 0,813 a | 0,677 a | 0,999 a | 1,107 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,127 b | 0,873 b | 1,029 a | 1,057 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 0,847 a | 0,710 a | 1,018 a | 1,086 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,177 b | 1,057 b | 1,196 a | 1,129 a |
| K | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 10,041 a | 9,348 a | 10,80 a | 7,268 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 10,420 a | 9,033 a | 11,30 a | 8,718 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 10,420 a | 9,222 a | 10,36 a | 9,348 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 10,231 a | 7,646 a | 7,835 b | 8,655 a |
| Ca | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 1,312 a | 1,319 a | 2,013 a | 2,345 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,396 a | 1,166 a | 1,577 b | 1,783 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 1,288 a | 1,289 a | 1,748 a | 2,137 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,534 a | 1,249 a | 1,408 b | 1,839 b |
| Mg | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 0,283 a | 0,262 a | 0,535 a | 0,603 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,359 b | 0,306 a | 0,511 a | 0,625 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 0,273 a | 0,247 a | 0,461 a | 0,599 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,468 b | 0,470 b | 0,584 a | 0,726 a |
| S | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 0,275 a | 0,194 a | 0,291 a | 0,357 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,331 a | 0,212 b | 0,308 a | 0,327 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 0,284 a | 0,200 a | 0,274 a | 0,308 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 0,294 a | 0,257 b | 0,318 a | 0,353 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 7 - Teor de micronutrientes (mg.kg^{-1}), na matéria seca de folhas de alface, no tratamento colheita parcelada, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | |
|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| | | | 21 DAT* | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT |
| | | | mg.kg^{-1} | | | |
| B | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 42,9 a** | 54,1 a | 21,9 a | 36,4 a |
| | | S/ CaCO_3 | 40,7 a | 33,9 b | 20,6 a | 54,4 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 46,0 a | 22,3 a | 28,3 a | 53,3 a |
| | | S/ CaCO_3 | 46,2 a | 25,2 a | 32,1 a | 66,2 a |
| Cu | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 9,15 a | 7,8 a | 12,6 a | 16,9 a |
| | | S/ CaCO_3 | 11,0 a | 7,7 a | 13,0 a | 13,9 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 9,50 a | 9,5 a | 15,5 a | 16,5 a |
| | | S/ CaCO_3 | 9,85 a | 13,9 b | 15,9 a | 14,7 a |
| Zn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 58,8 a | 42,6 a | 91,1 a | 82,0 a |
| | | S/ CaCO_3 | 98,6 b | 69,9 b | 89,4 a | 78,9 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 49,8 a | 50,4 a | 89,2 a | 106,1 a |
| | | S/ CaCO_3 | 83,0 b | 88,5 b | 118,9 a | 100,2 a |
| Mn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 1.088 a | 706,4 a | 1.112 a | 544,0 a |
| | | S/ CaCO_3 | 561,0 b | 446,5 b | 676,6 b | 569,0 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 753,2 a | 549,2 a | 895,6 a | 590,9 a |
| | | S/ CaCO_3 | 585,3 a | 449,7 a | 496,6 b | 599,1 a |
| Fe | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 280,8 a | 177,3 a | 464,9 a | 331,7 a |
| | | S/ CaCO_3 | 259,1 a | 198,8 a | 211,1 b | 351,0 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 249,1 a | 188,4 a | 307,3 a | 298,5 a |
| | | S/ CaCO_3 | 238,2 a | 185,4 a | 227,8 a | 258,0 a |

* DAT = Dias Após o Transplante.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 8 - Concentração de macronutrientes (mmol.L⁻¹), na solução nutritiva com a alface, no tratamento colheita parcelada, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO₃

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|--------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | | | 0 DAT* | 15 DAT | 24 DAT mmol.L ⁻¹ | 32 DAT | 42 DAT | |
| N-NO ₃ ⁻ | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 6,8 a** | 7,0 a | 6,6 a | 6,6 a | 5,5 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,6 a | 5,9 b | 5,4 b | 4,3 b | 2,6 b | |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 6,6 a | 6,3 a | 6,1 a | 5,5 a | 4,5 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 7,0 a | 6,4 a | 5,5 b | 5,2 a | 4,4 a | |
| | N-NH ₄ ⁺ | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 3,0 a | 0,95 b | 0,04 a | 0,12 b | 0,16 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 3,1 a | 1,90 a | 0,22 a | 0,16 a | 0,18 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 2,9 a | 0,89 b | 0,02 b | 0,11 b | 0,15 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 3,0 a | 2,39 a | 0,69 a | 0,15 a | 0,21 a | |
| P | | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 1,6 b | 0,8 b | 0,53 b | 0,4 b | 0,4 b |
| | | | S/ CaCO ₃ | 2,7 a | 2,1 a | 1,68 a | 1,4 a | 1,1 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 1,7 b | 0,8 b | 0,39 b | 0,3 b | 0,3 b | |
| | | S/ CaCO ₃ | 2,7 a | 2,4 a | 1,92 a | 1,9 a | 1,9 a | |
| | K | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 6,0 a | 5,2 a | 4,72 a | 3,0 a | 2,4 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 5,5 a | 5,2 a | 4,21 a | 2,3 a | 0,7 b |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 5,5 a | 5,0 a | 4,50 a | 2,4 a | 1,5 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 5,5 a | 5,1 a | 4,53 a | 2,4 a | 1,7 a | |
| Ca | | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 7,0 a | 7,7 a | 7,7 a | 8,7 a | 8,9 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 7,1 a | 6,9 b | 6,0 b | 6,3 b | 6,6 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 7,6 a | 8,0 a | 8,1 a | 8,4 a | 9,4 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 7,9 a | 6,5 b | 6,4 b | 7,7 b | 8,1 b | |
| | Mg | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 1,6 a | 1,7 a | 2,6 a | 2,5 a | 1,3 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 1,5 b | 1,6 b | 2,6 a | 2,5 a | 1,3 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 1,6 a | 1,8 a | 2,7 a | 2,5 a | 1,3 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,5 b | 1,7 b | 2,6 b | 2,5 a | 1,3 a | |
| S | | Com correção de pH | C/CaCO ₃ | 5,6 a | 6,1 a | 5,6 a | 5,3 a | 5,9 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 6,1 b | 5,7 a | 5,9 b | 5,6 a | 6,3 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 5,4 a | 5,7 a | 5,9 a | 5,5 a | 5,9 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,5 b | 6,0 a | 5,8 a | 5,9 a | 6,6 b | |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA
BIBLIOTECA CENTRAL

Quadro 9 - Concentração de macronutrientes (mmol.L^{-1}), na solução nutritiva com a alface, no tratamento colheita total, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 0 DAT* | 15 DAT | 24 DAT | 32 DAT | 42 DAT | |
| | | | mmol.L ⁻¹ | | | | | |
| N-NO ₃ ⁻ | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 6,7 a** | 6,5 a | 6,3 a | 5,8 a | 4,2 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,7 a | 5,7 b | 5,3 b | 3,8 b | 2,6 b | |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 6,9 a | 6,4 a | 6,1 a | 5,3 a | 3,4 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,9 a | 6,2 b | 5,2 b | 4,6 b | 3,0 b | |
| | N-NH ₄ ⁺ | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 2,9 a | 0,8 b | 0,03 a | 0,06 b | 0,11 b |
| | | | S/ CaCO ₃ | 3,1 a | 1,8 a | 0,03 a | 0,14 a | 0,21 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 2,9 a | 0,6 b | 0,02 b | 0,10 b | 0,18 b | |
| | | S/ CaCO ₃ | 2,9 a | 2,3 a | 0,46 a | 0,15 a | 0,28 a | |
| P | | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 1,6 b | 0,9 b | 0,50 b | 0,46 b | 0,29 b |
| | | | S/ CaCO ₃ | 2,8 a | 2,2 a | 1,83 a | 1,50 a | 1,30 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 1,6 b | 0,9 b | 0,48 b | 0,31 b | 0,23 b | |
| | | S/ CaCO ₃ | 2,8 a | 2,5 a | 1,97 a | 1,90 a | 1,90 a | |
| | K | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 5,6 a | 5,2 a | 4,4 a | 2,6 a | 1,33 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 5,6 a | 5,2 a | 4,1 a | 1,9 a | 0,91 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 5,5 a | 4,8 a | 4,1 a | 1,8 a | 1,11 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 5,7 a | 5,3 a | 4,5 a | 1,9 a | 0,94 a | |
| Ca | | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 7,1 b | 7,7 a | 8,0 a | 8,5 a | 9,10 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 7,6 a | 6,3 b | 6,4 b | 6,9 b | 6,82 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 7,9 b | 7,9 a | 7,9 a | 8,9 a | 9,30 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 8,3 a | 6,9 b | 6,6 b | 7,9 b | 8,60 b | |
| | Mg | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 1,6 a | 1,7 a | 2,7 a | 2,5 a | 1,3 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 1,6 a | 1,7 a | 2,7 a | 2,6 a | 1,3 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO ₃ | 1,6 a | 1,7 b | 2,6 a | 2,4 a | 1,3 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,6 a | 1,8 a | 2,5 a | 1,9 a | 1,3 a | |
| S | | Com correção de pH | C/ CaCO ₃ | 5,6 b | 5,7 a | 5,7 a | 5,5 a | 6,0 a |
| | | | S/ CaCO ₃ | 6,3 a | 5,9 a | 5,9 a | 5,8 a | 6,4 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO ₃ | 5,9 b | 5,8 a | 5,8 a | 5,5 a | 6,2 a | |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,4 a | 6,2 a | 5,9 a | 5,7 a | 6,7 a | |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A presença de CaCO_3 reduziu o teor de N-NO_3^- nas folhas de alface (Quadro 6). Várias hipóteses podem ser formuladas para explicar esta observação. No tratamento com CaCO_3 , o consumo de água tendo sido menor (Figura 2), pode ter reduzido a absorção do NO_3 . Outra hipótese está relacionada a uma possível maior absorção de Mo e assim maior atividade da NO_3 -ase. Na presença de CaCO_3 , a liberação de SO_4 proveniente do superfosfato simples, tendo sido menor na solução (Quadro 8), reduziu a competição pelo sítio de absorção do Mo, logo após o transplante das mudas. A redução na absorção de Mo, causada por SO_4 é relatada na literatura (ROBSON E PITMAN, 1983).

De maneira geral, as folhas de alface apresentaram menores teores de P e Zn com a adição de CaCO_3 (Quadros 6 e 7). Como na solução nutritiva com o CaCO_3 também havia menores teores desses elementos, acredita-se que o P e o Zn precipitaram-se na presença do CaCO_3 . Estes resultados concordam, em parte, com os de BRASWELL et al. (1997), que trabalharam com cereja azul, em hidroponia, e verificaram decréscimo dos teores foliares de manganês e zinco, quando havia aumento da concentração de cálcio na solução nutritiva.

O teor de Ca nas folhas de alface mostrou-se maior na presença do CaCO_3 nas duas últimas colheitas (Quadro 6), quando o CaCO_3 apresentava-se mais dissolvido na solução, apesar de que na solução nutritiva a concentração de Ca permaneceu mais alta, praticamente em todas as épocas de colheita, tanto na colheita parcelada como na total (Quadros 8 e 9).

Em algumas épocas de colheita, o teor foliar de S mostrou-se mais baixo na presença do CaCO_3 (Quadro 6), coincidindo com menores concentrações desse elemento em solução (Quadro 8). O comportamento do S foi semelhante ao do P, podendo-se sugerir que também houve precipitação deste elemento na solução, embora em menor intensidade.

Os teores foliares de Mn aumentaram, quando houve adição de CaCO_3 à solução nutritiva (Quadro 7). Na solução, houve redução drástica do Mn na presença do CaCO_3 (Quadro 10), o que pode ter ocorrido por sua intensa absorção pelas plantas de alface neste tratamento.

Quadro 10 - Teor de micronutrientes, na solução nutritiva com a alface, no tratamento colheita parcelada, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|------------------------|-------------|--------|--------|
| | | | 0 DAT* | 15 DAT | 24 DAT | 32 DAT | 42 DAT | |
| | | | | | $\mu\text{mol.L}^{-1}$ | | | |
| Cu | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,95 a** | 0,65 a | 0,45 a | 1,28 a | 0,94 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 0,89 a | 0,78 b | 0,47 a | 0,88 a | 1,08 a | |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,88 a | 0,67 a | 0,57 a | 0,72 a | 1,01 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 0,98 a | 0,81 b | 0,54 a | 0,68 a | 1,05 a | |
| | Zn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 1,09 a | 0,99 a | 0,90 a 0,99 | 1,23 a | 1,01 a |
| | | | S/ CaCO_3 | 1,75 b | 1,18 b | b | 1,28 a | 0,99 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO_3 | 1,25 a | 1,10 a | 0,74 a | 0,88 a | 1,24 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 1,97 b | 1,78 b | 1,2 b | 1,18 a | 1,39 a | |
| Mn | | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 22,1 a | 4,70 a | 2,80 a | 1,74 a | 3,30 a |
| | | | S/ CaCO_3 | 29,8 b | 19,6 b | 22,2 b | 15,4 b | 11,2 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 18,8 a | 4,50 a | 4,00 a | 2,89 a | 4,70 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 29,8 b | 26,7 b | 28,5 b | 30,6 b | 37,0 b | |
| | Fe | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 9,5 a | 12,4 a | 18,8 a | 31,9 a | 39,5 a |
| | | | S/ CaCO_3 | 8,5 a | 8,4 b | 18,0 b | 34,4 a | 40,6 a |
| Sem correção de pH | | C/ CaCO_3 | 9,8 a | 12,7 a | 20,8 a | 39,0 a | 44,9 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 9,4 a | 10,9 b | 18,1 b | 36,8 a | 44,1 a | |
| B | | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 78,9 a | 65,2 a | 74,0 a | 53,5 a | 52,7 a |
| | | | S/ CaCO_3 | 46,8 a | 52,7 b | 58,0 b | 57,4 b | 69,4 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 60,2 a | 62,6 a | 69,0 a | 52,0 a | 63,9 a | |
| | | S/ CaCO_3 | 67,3 a | 53,9 b | 70,9 a | 59,3 b | 63,7 a | |

* DAT = Dias Após o Transplanteio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

No geral, não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de micronutrientes da solução e das folhas de alface, além dos de Mn e Zn (Quadros 7, 10 e 11).

As diferenças nos teores foliares dos macro e micronutrientes na cebolinha foram pontuais, à exceção do P, Zn e Mn, que foram influenciados pelo CaCO_3 , nas duas primeiras épocas de colheita (Quadros 12 e 13).

Os teores de P e Zn na solução e nas plantas de cebolinha reduziram-se significativamente na presença do CaCO_3 em todas as épocas de amostragens, sugerindo que houve precipitação destes nutrientes, o que desencadeou em sua menor absorção (Quadros 12, 13, 14 e 15). Houve algum efeito semelhante, mas em menor intensidade, no caso do enxofre.

A concentração de N-NO_3^- na solução nutritiva no cultivo de cebolinha foi maior na presença do CaCO_3 , na maioria das épocas de amostragens, principalmente quando não havia correção de pH (Quadro 14).

Mesmo comportamento ocorreu com o Ca e o Fe, na solução nutritiva, sendo que, no caso do Ca, além de estar em maior concentração na presença do CaCO_3 , foi aumentando também com o tempo (Quadros 14 e 15). A concentração de NH_4^+ em solução reduziu-se significativamente na presença do CaCO_3 aos 24, 42, 58 e 63 DAT (Quadro 14). Em relação ao comportamento do nitrogênio, tanto na solução como nas plantas nas duas épocas de amostragens, este mostrou-se semelhante ao encontrado na alface, sugerindo que o carbonato de cálcio tenha algum efeito sobre a absorção de N-NO_3^- também na cebolinha.

O teor de manganês na solução nutritiva e nas folhas de cebolinha reduziram quando havia CaCO_3 (Quadros 13 e 15).

Quadro 11 - Concentração de micronutrientes ($\mu\text{mol.L}^{-1}$), na solução nutritiva com a alface, no tratamento colheita total, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | |
|-----------|--------------------|--------------------|------------------------|--------|--------|---------------|--------|
| | | | 0 DAT* | 15 DAT | 24 DAT | 32 DAT | 42 DAT |
| | | | $\mu\text{mol.L}^{-1}$ | | | | |
| Cu | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,98 a** | 0,75 a | 0,54 a | 0,72 a | 0,68 b |
| | | S/ CaCO_3 | 1,02 a | 0,67 a | 0,47 a | 0,82 a | 1,12 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,95 a | 0,63 a | 0,58 a | 0,59 a 0,68 a | 0,92 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,98 a | 0,69 a | 0,49 a | | 0,83 a |
| Zn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,98 b | 1,02 b | 0,84 b | 0,96 a | 1,24 a |
| | | S/ CaCO_3 | 2,01 a | 1,46 a | 1,12 a | 1,09 a | 1,30 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 1,27 b | 0,96 b | 0,75 b | 0,66 b | 0,88 a |
| | | S/ CaCO_3 | 2,06 a | 1,70 a | 1,24 a | 1,30 a | 0,98 a |
| Mn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 20,9 b | 4,91 b | 2,28 b | 1,06 b | 2,98 b |
| | | S/ CaCO_3 | 32,5 a | 24,9 a | 25,1 a | 17,0 a | 17,6 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 18,3 b | 5,67 b | 2,35 b | 1,60 b | 3,17 b |
| | | S/ CaCO_3 | 32,2 a | 29,6 a | 31,7 a | 32,3 a | 38,8 a |
| Fe | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 9,35 a | 12,6 a | 17,5 a | 36,1 a | 42,3 a |
| | | S/ CaCO_3 | 8,91 a | 7,91 b | 17,9 a | 37,8 a | 45,3 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 9,83 a | 12,7 a | 20,4 a | 38,6 a | 50,5 a |
| | | S/ CaCO_3 | 9,69 a | 10,6 b | 19,3 a | 38,2 a | 48,3 a |
| B | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 71,8 a | 62,7 a | 69,8 a | 50,7 a | 54,6 a |
| | | S/ CaCO_3 | 77,1 b | 56,7 b | 72,5 a | 56,5 b | 64,0 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 71,4 a | 61,6 a | 67,2 a | 50,5 a | 63,7 a |
| | | S/ CaCO_3 | 59,9 b | 57,0 b | 67,3 a | 58,4 b | 64,0 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 12 - Teor de macronutrientes (dag.kg^{-1}), nas folhas de cebolinha, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | Épocas de colheita | | | |
|------------|--------------------|----------------------|----------|--------|--------|
| | | *21 DAT | 27 DAT | | |
| | | dag.kg ⁻¹ | | | |
| N-orgânico | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 3,28 b** | 3,51 a | 4,11 a |
| | | S/ CaCO_3 | | | 4,12 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 3,55 a | | 4,19 a |
| | | S/ CaCO_3 | 3,58 a | | 4,15 a |
| P | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,25 b | | 0,59 b |
| | | S/ CaCO_3 | 0,85 a | | 0,78 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,51 b | | 0,52 b |
| | | S/ CaCO_3 | 0,86 a | | 0,87 a |
| K | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 5,91 a | | 4,73 a |
| | | S/ CaCO_3 | 6,41 a | | 5,42 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 6,04 a | | 4,54 b |
| | | S/ CaCO_3 | 6,04 a | | 5,29 a |
| Ca | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 2,79 a | | 1,13 a |
| | | S/ CaCO_3 | 2,81 a | | 1,13 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 2,30 b | | 0,89 b |
| | | S/ CaCO_3 | 2,72 a | | 1,14 a |
| Mg | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,50 a | | 0,24 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,47 a | | 0,21 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,37 a | | 0,21 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,42 a | | 0,21 a |
| S | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,77 a | | 0,52 b |
| | | S/ CaCO_3 | 0,86 a | | 0,62 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,83 a | | 0,63 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,87 a | | 0,63 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 13 - Teor de micronutrientes (mg.kg^{-1}), nas folhas de cebolinha, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | Épocas de colheita | | |
|-----------|--------------------|---------------------|----------|---------|
| | | 21 DAT* | 27 DAT | |
| | | mg.kg ⁻¹ | | |
| Cu | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 10,1 a** | 7,05 a |
| | | S/ CaCO_3 | 10,1 a | 6,80 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 10,6 a | 7,55 a |
| | | S/ CaCO_3 | 9,45 a | 7,00 a |
| Zn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 56,4 b | 75,6 a |
| | | S/ CaCO_3 | 132,5 a | 104,8 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 79,9 b | 89,8 a |
| | | S/ CaCO_3 | 98,4 a | 93,8 a |
| Mn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 381,0 b | 251,5 a |
| | | S/ CaCO_3 | 731,5 a | 377,5 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 456,6 a | 201,1 b |
| | | S/ CaCO_3 | 654,0 a | 477,4 a |
| Fe | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 452,4 a | 136,4 a |
| | | S/ CaCO_3 | 423,8 a | 147,5 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 349,4 a | 116,9 a |
| | | S/ CaCO_3 | 340,5 a | 113,6 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada nível com e sem correção de pH, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

| | | | | | | | | | | |
|----|--------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Mg | Com correção | C/ CaCO_3 | 1,57 a | 1,68 a | 2,24 a | 1,70 a | 1,17 a | 2,35 a | 2,40 a | 2,31 a |
| | | S/ CaCO_3 | 1,51 a | 1,60 a | 2,25 a | 1,96 a | 1,13 a | 2,29 a | 2,38 a | 2,34 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 1,58 a | 1,68 a | 2,25 a | 1,79 a | 1,14 a | 2,24 a | 2,30 b | 2,46 a |
| | | S/ CaCO_3 | 1,49 a | 1,69 a | 2,06 a | 1,83 a | 1,17 a | 2,30 a | 2,55 a | 2,39 a |
| S | Com correção | C/ CaCO_3 | 5,91 b | 5,99 b | 5,30 a | 4,34 a | 4,90 a | 5,94 a | 3,74 a | 5,57 a |
| | | S/ CaCO_3 | 6,61 a | 7,98 a | 5,57 a | 4,54 a | 4,96 a | 5,70 a | 5,92 a | 5,65 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 5,69 b | 5,56 b | 5,24 a | 4,20 a | 5,69 a | 5,69 a | 5,25 a | 5,47 b |
| | | S/ CaCO_3 | 6,03 a | 8,14 a | 5,44 a | 4,81 a | 5,07 a | 5,83 a | 5,81 a | 5,26 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 14 - Concentração de macronutrientes (mmol.L⁻¹), na solução nutritiva com o cultivo de cebolinha, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO₃

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------|--------------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | | DAT * | | | | | | | |
| | | | 0 | 15 | 24 | 32 | 42 | 48 | 58 | 63 |
| mmol.L ⁻¹ | | | | | | | | | | |
| N-NO ₃ ⁻ | Com correção | C/ CaCO ₃ | 7,2 a* | *6,19 a | 6,93 a | 8,38 a | 8,46 a | 8,84 a | 8,61 a | 8,47 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 7,00 a | 6,06 b | 6,20 b | 7,68 b | 8,01 b | 8,39 a | 8,38 a | 8,15 a |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 7,16 a | 6,15 a | 6,69 a | 8,14 a | 8,28 a | 8,34 a | 8,56 a | 8,68 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,83 a | 5,98 b | 6,11 b | 6,63 b | 6,57 b | 6,59 b | 7,04 b | 7,30 b |
| N-NH ₄ ⁺ | Com correção | C/ CaCO ₃ | 2,87 a | 1,10 a | 0,06 b | 0,05 b | 0,08 a | 0,124 a | 0,13 a | 0,17 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 3,01 a | 2,44 a | 1,76 a | 0,87 a | 0,16 a | 0,076 a | 0,05 b | 0,06 b |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 3,02 a | 1,05 a | 0,29 b | 0,15 b | 0,11 b | 0,192 b | 0,11 b | 0,20 b |
| | | S/ CaCO ₃ | 3,00 a | 2,70 a | 2,27 a | 1,92 a | 1,90 a | 1,933 a | 1,63 a | 1,60 a |
| P | Com correção | C/ CaCO ₃ | 1,53 b | 0,73 b | 0,49 b | 0,47 b | 0,43 b | 0,40 b | 0,30 b | 0,27 b |
| | | S/ CaCO ₃ | 2,82 a | 2,31 a | 1,85 a | 1,87 a | 1,76 a | 1,51 a | 1,26 a | 1,20 a |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 1,54 b | 0,62 b | 0,50 b | 0,53 b | 0,55 b | 0,48 b | 0,42 b | 0,41 b |
| | | S/ CaCO ₃ | 2,68 a | 2,35 a | 2,09 a | 2,18 a | 2,28 a | 2,11 a | 2,03 a | 2,05 a |
| K | Com correção | C/ CaCO ₃ | 5,66 a | 5,26 a | 6,01 a | 4,82 a | 5,01 a | 5,27 a | 4,79 a | 4,85 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 5,41 a | 4,91 b | 5,79 b | 4,69 a | 4,72 a | 5,46 a | 4,69 a | 4,72 a |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 5,85 a | 5,36 a | 5,82 a | 4,62 a | 4,88 a | 5,50 a | 4,88 a | 4,91 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 5,73 a | 5,01 b | 5,66 b | 4,85 a | 4,82 a | 5,43 a | 4,49 b | 4,79 a |
| Ca | Com correção | C/ CaCO ₃ | 7,25 a | 7,89 a | 7,68 a | 7,80 a | 8,36 a | 8,91 a | 8,98 a | 8,16 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 7,08 a | 6,44 b | 7,18 a | 5,59 b | 5,80 b | 6,10 b | 5,96 b | 5,40 b |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 7,15 a | 7,62 a | 7,62 a | 7,94 a | 8,23 a | 9,04 a | 9,40 a | 8,54 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 7,02 a | 6,40 b | 6,44 a | 6,40 b | 6,87 b | 7,57 b | 7,90 b | 7,50 b |
| Mg | Com correção | C/ CaCO ₃ | 1,57 a | 1,68 a | 2,54 a | 1,10 a | 1,17 a | 2,35 a | 2,40 a | 2,31 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,51 a | 1,63 a | 2,55 a | 1,08 a | 1,13 a | 2,29 a | 2,38 a | 2,34 a |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 1,58 a | 1,68 a | 2,55 a | 1,10 a | 1,14 a | 2,24 a | 2,30 b | 2,46 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 1,49 a | 1,69 a | 2,60 a | 1,13 a | 1,17 a | 2,30 a | 2,55 a | 2,39 a |
| S | Com correção | C/ CaCO ₃ | 5,91 b | 5,49 b | 5,50 a | 4,54 a | 4,90 a | 5,94 a | 5,74 a | 5,57 a |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,61 a | 7,98 a | 5,37 a | 4,54 a | 4,96 a | 5,70 a | 5,92 a | 5,65 a |
| | Sem correção | C/ CaCO ₃ | 5,69 b | 5,56 b | 5,34 a | 4,80 a | 5,09 a | 5,69 a | 5,75 a | 5,47 b |
| | | S/ CaCO ₃ | 6,03 a | 8,14 a | 5,44 a | 4,81 a | 5,07 a | 5,83 a | 5,81 a | 5,76 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 15 - Concentração de micronutrientes ($\mu\text{mol.L}^{-1}$), na solução nutritiva com o cultivo de cebolinha, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | | | |
|-----------|--------------|--------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | DAT * | | | | | | | |
| | | | 0 | 15 | 24 | 32 | 42 | 48 | 58 | 63 |
| | | | $\mu\text{mol.L}^{-1}$ | | | | | | | |
| Cu | Com correção | C/ CaCO_3 | 0,99 a** | 0,66 a | 0,59 a | 0,92 a | 1,26 a | 1,04 a | 3,46 a | 1,19 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,69 b | 0,73 a | 0,57 a | 0,98 a | 1,23 a | 1,10 a | 3,03 a | 1,20 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 0,76 a | 0,68 a | 0,61 a | 0,92 a | 1,40 a | 0,98 a | 2,85 a | 1,15 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,85 a | 0,76 a | 0,60 a | 0,89 a | 1,58 a | 1,01 a | 2,80 a | 1,15 a |
| Zn | Com correção | C/ CaCO_3 | 1,13 b | 0,66 b | 0,87 b | 1,26 b | 1,73 b | 1,14 b | 1,53 b | 1,28 b |
| | | S/ CaCO_3 | 1,93 a | 1,27 a | 1,55 a | 2,53 a | 2,80 a | 2,07 a | 2,21 a | 1,92 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 1,17 b | 0,80 b | 0,86 b | 1,40 b | 1,55 b | 0,97 b | 1,49 b | 1,26 b |
| | | S/ CaCO_3 | 1,97 a | 1,19 a | 1,50 a | 2,37 a | 2,69 a | 2,00 a | 2,50 a | 2,25 a |
| Mn | Com correção | C/ CaCO_3 | 16,3 b | 2,95 b | 3,51 b | 3,44 b | 3,16 b | 3,78 b | 3,26 b | 3,46 b |
| | | S/ CaCO_3 | 32,4 a | 23,2 a | 17,8 a | 17,3 a | 15,8 a | 12,0 a | 7,20 a | 6,47 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 20,5 b | 3,58 b | 4,81 b | 5,04 b | 4,95 b | 5,67 a | 5,37 b | 5,85 b |
| | | S/ CaCO_3 | 30,3 a | 24,2 a | 23,3 a | 23,8 a | 25,2 a | 24,8 a | 24,2 a | 25,9 a |
| Fe | Com correção | C/ CaCO_3 | 10,0 a | 11,4 a | 14,8 a | 27,5 a | 29,2 a | 28,5 a | 26,7 a | 25,8 a |
| | | S/ CaCO_3 | 10,0 a | 7,91 b | 11,2 b | 23,5 b | 22,5 b | 21,5 b | 20,1 b | 19,8 b |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 11,8 a | 11,6 a | 15,1 a | 29,3 a | 31,1 a | 28,4 a | 27,5 a | 23,3 a |
| | | S/ CaCO_3 | 10,1 b | 8,65 b | 11,9 b | 24,8 b | 24,7 b | 23,3 b | 23,2 b | 20,5 b |
| B | Com correção | C/ CaCO_3 | 70,7 a | 61,2 b | 71,5 a | 42,9 a | 48,8 a | 32,2 a | 29,6 a | 21,5 a |
| | | S/ CaCO_3 | 62,1 a | 73,0 a | 64,4 a | 41,4 a | 48,0 a | 31,3 a | 29,2 a | 20,3 a |
| | Sem correção | C/ CaCO_3 | 77,9 a | 60,4 b | 72,0 a | 44,9 a | 48,3 a | 30,4 a | 30,8 a | 20,7 a |
| | | S/ CaCO_3 | 75,8 a | 75,0 a | 68,1 a | 40,9 a | 48,9 a | 31,4 a | 27,7 a | 18,8 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Na ausência do CaCO_3 , houve efeito da correção de pH sobre os nutrientes nas folhas da salsa, sendo que os teores foliares de N ficaram menores quando houve a correção do pH (Quadro 16). Na solução nutritiva, a concentração de N-NO_3^- , de modo geral, mostrou-se menor com a correção do pH, na ausência do CaCO_3 , enquanto que a de NH_4^+ teve comportamento inverso, sugerindo que a planta tenha absorvido mais N-NH_4^+ com a correção do pH (Quadro 17). Com CaCO_3 , os teores de N-NO_3^- na solução ficaram maiores, enquanto nas plantas o efeito desse agente tamponante ocorreu apenas em algumas épocas e foi variado. Por outro lado, os teores de NH_4^+ na solução reduziram-se acentuadamente na presença do CaCO_3 . Após 42 dias do transplântio, com correção do pH, a solução apresentou teores reduzidos de NH_4^+ , mesmo quando não havia CaCO_3 . O maior ou menor consumo de NH_4^+ da solução relacionou-se com o crescimento e o peso de matéria fresca das plantas.

Apenas em algumas épocas de colheita, a presença do CaCO_3 aumentou os teores foliares de P (Quadro 16) na salsa. Como na solução nutritiva com o CaCO_3 a concentração desse elemento reduziu-se em todas as épocas de amostragens e em grandes proporções, pode-se concluir que pelo menos parte desse nutriente tenha se precipitado na presença do agente tamponante (Quadro 17).

A salsa teve seu crescimento aumentado pelo CaCO_3 enquanto nas demais culturas estudadas isso não aconteceu (Figura 14). O efeito benéfico do CaCO_3 na alface e na cebolinha foi encoberto por outros fatores, como possivelmente a precipitação do P da solução, afetando a absorção adequada desse nutriente. Entretanto, no caso da salsa, a absorção necessária de P não foi prejudicada pelo CaCO_3 . Esse comportamento está relacionado, provavelmente, com a menor exigência da salsa por P, pois, em geral, os teores desse nutriente nas folhas dessa cultura em todos os tratamentos foram mais baixos que das outras. Para as outras culturas, uma maior adição de P à solução certamente promoverá uma melhor resposta da planta.

Quadro 16 - Teor dos macronutrientes (dag.kg⁻¹) nas folhas de salsa influenciado pela correção de pH e presença de CaCO₃

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | | | |
|-----------|--------------|---------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | DAT * | | | | | | | |
| | | | 34 | 42 | 48 | 56 | 64 | 71 | 78 | 83 |
| | | | dag.kg ⁻¹ | | | | | | | |
| N-Org | Com correção | C/CaCO ₃ | 2,76 a | 2,74 a | 2,99 a | 2,86 a | 3,24 a | 3,32 a | 3,32 a | 3,86 a |
| | | S/CaCO ₃ | 3,01 a | 2,89 a | 2,97 a | 2,82 a | 2,87 a | 3,41 a | 3,40 a | 3,74 a |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 2,88 a | 2,87 b | 2,78 a | 3,13 a | 3,04 a | 3,49 b | 3,43 a | 3,53 a |
| | | S/CaCO ₃ | 2,57 b | 3,50 a | 2,86 a | 3,05 a | 3,32 a | 3,79 a | 3,53 a | 3,95 a |
| P | Com correção | C/CaCO ₃ | 0,72 b | 0,57 a | 0,85 a | 0,31 a | 0,65 a | 0,40 a | 0,35 a | 0,77 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,90 a | 0,58 a | 0,52 b | 0,27 a | 0,59 a | 0,40 a | 0,37 a | 0,79 a |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 0,74 a | 0,65 a | 0,59 a | 0,39 a | 0,77 a | 0,52 a | 0,45 a | 0,84 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,84 a | 0,66 a | 0,50 a | 0,33 a | 0,68 a | 0,41 b | 0,40 a | 0,83 a |
| K | Com correção | C/CaCO ₃ | 6,23 a | 7,78 a | 7,16 a | 7,53 a | 7,35 a | 8,84 a | 7,66 a | 6,97 a |
| | | S/CaCO ₃ | 6,60 a | 7,85 a | 7,41 a | 7,66 a | 7,72 b | 8,91 a | 7,78 a | 7,35 a |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 6,48 a | 7,85 a | 7,04 a | 7,78 a | 8,22 a | 8,66 a | 7,91 a | 7,53 a |
| | | S/CaCO ₃ | 6,91 a | 8,22 a | 6,72 a | 6,79 b | 7,04 b | 8,28 a | 7,10 b | 6,91 a |
| Ca | Com correção | C/CaCO ₃ | 1,43 a | 1,04 a | 1,14 a | 1,35 a | 1,48 a | 1,77 a | 1,93 a | 1,63 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,92 b | 0,87 b | 0,99 b | 1,09 b | 1,16 b | 1,30 b | 1,22 b | 1,09 b |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 1,16 a | 0,98 a | 0,94 a | 1,26 a | 1,35 a | 1,69 a | 1,81 a | 1,83 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,91 a | 0,84 a | 0,80 b | 1,03 b | 1,07 b | 1,33 a | 1,35 a | 1,27 b |
| Mg | Com correção | C/CaCO ₃ | 0,27 a | 0,21 a | 0,20 a | 0,22 a | 0,25 a | 0,26 a | 0,29 a | 0,32 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,23 a | 0,20 a | 0,21 a | 0,22 a | 0,25 a | 0,29 b | 0,27 a | 0,31 a |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 0,23 a | 0,19 a | 0,16 a | 0,21 b | 0,22 b | 0,25 b | 0,28 a | 0,32 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,22 a | 0,20 a | 0,19 a | 0,24 a | 0,27 a | 0,28 a | 0,31 a | 0,33 a |
| S | Com correção | C/CaCO ₃ | 0,31 b | 0,29 b | 0,28 a | 0,32 a | 0,34 a | 0,32 a | 0,35 a | 0,36 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,39 a | 0,37 a | 0,35 a | 0,29 a | 0,26 a | 0,31 a | 0,32 a | 0,32 a |
| | Sem correção | C/CaCO ₃ | 0,27 a | 0,26 b | 0,29 b | 0,33 b | 0,30 b | 0,35 b | 0,38 b | 0,39 a |
| | | S/CaCO ₃ | 0,44 a | 0,42 a | 0,46 a | 0,52 a | 0,44 a | 0,45 a | 0,48 a | 0,40 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 17 - Concentração de macronutrientes (mmol.L^{-1}), na solução nutritiva com o cultivo da salsa, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Tratamentos | | Épocas de colheita (DAT*) | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 0 | 15 | 24 | 32 | 42 | 48 | 58 | 66 | 74 | 83 |
| | | mmol.L^{-1} | | | | | | | | | |
| N- NO_3^- | Com correção de pH | 7,15 a | 6,25 a | 6,54 a | 8,08 a | 8,31 a | 8,42 a | 8,43 a | 8,64 a | 8,81 a | 8,27 a |
| | Sem correção de pH | 6,86 b | 6,29 a | 6,19 a | 7,85 a | 8,41 a | 7,80 b | 8,46 a | 7,86 b | 8,28 b | 7,79 a |
| | Sem correção de pH | 6,98 a | 6,46 a | 6,48 a | 8,36 a | 8,74 a | 8,56 a | 8,75 a | 8,04 a | 8,40 a | 8,49 a |
| N- NH_4^+ | Com correção de pH | 6,34 b | 6,23 a | 6,13 a | 6,81 b | 6,51 b | 6,75 b | 7,57 b | 7,08 b | 7,89 b | 7,95 b |
| | Sem correção de pH | 2,88 a | 1,70 b | 1,43 b | 0,09 b | 0,12 a | 0,203 a | 0,134 a | 0,124 a | 0,124 a | 0,094 a |
| | Sem correção de pH | 3,12 a | 2,60 a | 1,699 a | 0,75 a | 0,12 a | 0,153 a | 0,075 a | 0,114 a | 0,124 a | 0,105 a |
| P | Com correção de pH | 2,21 a | 1,11 b | 0,307 b | 0,18 b | 0,14 b | 0,219 b | 0,164 b | 0,208 b | 0,136 b | 0,101 b |
| | Sem correção de pH | 3,01 a | 2,80 a | 2,271 a | 1,96 a | 1,96 a | 1,976 a | 1,664 a | 1,233 a | 0,889 a | 0,487 a |
| | Sem correção de pH | 1,61 b | 0,74 b | 0,57 b | 0,50 b | 0,49 b | 0,43 b | 0,39 b | 0,32 b | 0,29 b | 0,27 b |
| K | Com correção de pH | 2,68 a | 2,07 a | 1,88 a | 1,85 a | 1,71 a | 1,35 a | 1,16 a | 1,01 a | 1,10 a | 0,96 a |
| | Sem correção de pH | 1,58 b | 0,56 b | 0,37 b | 0,38 b | 0,44 b | 0,43 b | 0,42 b | 0,45 b | 0,44 b | 0,41 b |
| | Sem correção de pH | 2,75 a | 2,38 a | 2,10 a | 2,23 a | 2,41 a | 2,19 a | 2,17 a | 1,92 a | 1,98 a | 1,95 a |
| Ca | Com correção de pH | 5,60 a | 5,17 a | 5,85 a | 4,85 a | 4,85 a | 5,62 a | 4,75 a | 4,14 a | 5,08 a | 5,17 a |
| | Sem correção de pH | 5,47 a | 5,23 a | 5,98 a | 5,04 a | 4,66 a | 4,82 b | 4,69 a | 4,56 a | 4,85 a | 5,21 a |
| | Sem correção de pH | 5,41 a | 5,33 a | 5,22 b | 5,14 a | 4,98 a | 4,91 a | 5,11 a | 4,56 a | 4,95 a | 5,04 a |
| Mg | Com correção de pH | 5,34 a | 5,04 a | 6,14 a | 4,82 b | 5,01 a | 4,69 a | 5,01 a | 4,62 a | 4,85 a | 5,37 a |
| | Sem correção de pH | 6,45 b | 6,75 a | 7,99 a | 7,82 a | 8,04 a | 9,17 a | 8,72 a | 8,39 a | 10,98 a | 8,77 a |
| | Sem correção de pH | 7,02 a | 6,19 a | 5,98 h | 5,73 b | 5,83 b | 5,98 b | 5,56 b | 5,54 b | 5,54 h | 5,31 a |
| S | Com correção de pH | 6,48 b | 7,80 a | 8,03 a | 8,33 a | 8,78 a | 9,36 a | 9,10 a | 8,84 a | 9,64 a | 9,02 a |
| | Sem correção de pH | 7,11 a | 6,56 b | 6,32 b | 6,37 b | 6,87 b | 7,80 b | 7,52 b | 7,46 b | 7,61 a | 7,48 a |
| | Sem correção de pH | 1,52 a | 1,63 a | 2,59 a | 1,13 a | 1,15 a | 2,44 a | 2,40 a | 2,67 a | 2,86 a | 2,57 a |
| S | Com correção de pH | 1,60 a | 1,65 a | 2,56 a | 1,10 a | 1,17 a | 2,33 a | 2,40 a | 2,42 a | 2,46 b | 2,45 a |
| | Sem correção de pH | 1,55 a | 1,75 a | 2,56 a | 1,16 a | 1,19 a | 2,43 a | 2,59 a | 2,48 a | 2,67 a | 2,62 a |
| | Sem correção de pH | 1,55 a | 1,70 a | 2,56 a | 1,12 a | 1,17 a | 2,36 a | 2,53 a | 2,40 a | 2,56 a | 2,33 b |
| S | Com correção de pH | 5,75 b | 6,85 b | 5,35 a | 4,63 a | 4,99 a | 5,84 a | 5,85 a | 5,77 a | 6,41 a | 5,91 a |
| | Sem correção de pH | 6,35 a | 7,83 a | 5,50 a | 4,49 a | 4,88 a | 5,71 a | 5,76 a | 5,73 a | 5,92 a | 5,63 a |
| | Sem correção de pH | 5,93 b | 6,90 b | 5,65 a | 4,83 a | 4,85 b | 6,02 a | 5,94 a | 5,86 a | 6,25 a | 5,99 a |
| S | Com correção de pH | 6,84 a | 8,16 a | 5,35 a | 4,83 a | 5,29 a | 5,97 a | 5,56 a | 5,95 a | 6,09 a | 5,62 b |
| | Sem correção de pH | 6,84 a | 8,16 a | 5,35 a | 4,83 a | 5,29 a | 5,97 a | 5,56 a | 5,95 a | 6,09 a | 5,62 b |
| | Sem correção de pH | 6,84 a | 8,16 a | 5,35 a | 4,83 a | 5,29 a | 5,97 a | 5,56 a | 5,95 a | 6,09 a | 5,62 b |

* DAT = Dias Após o Transplante. ** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A presença do CaCO_3 , de maneira geral, aumentou os teores foliares de Ca da salsa (Quadro 16). Na solução nutritiva, a resposta foi semelhante e na maioria das épocas de amostragens houve também efeito do CaCO_3 .

Os teores foliares de K, aos 48, 56 e 64 DAT, ficaram mais baixos sem a correção do pH e na ausência do CaCO_3 (Quadro 16), porém, quando o CaCO_3 estava presente, aos 64 DAT, o teor foliar de K era maior sem a correção do pH.

Nas seis últimas épocas de colheita, os teores foliares de S mostraram-se maiores sem a correção de pH, quando não havia CaCO_3 (Quadro 16). Na solução nutritiva não houve a recíproca em todas as épocas, exceto aos 48 DAT (Quadro 17).

O teor foliar de Cu na salsa mostrou-se mais alto, sem a correção do pH, principalmente na ausência do CaCO_3 (Quadro 18). Quando não havia correção do pH, a presença do CaCO_3 reduziu os teores desse nutriente nas folhas da salsa. Contudo, os teores reduzidos de Cu não diminuíram o acúmulo de biomassa pela salsa (Figura 14).

A concentração de Zn na solução nutritiva ficou reduzida na presença do CaCO_3 na maioria das épocas de amostragens (Quadro 19). Na planta, porém, o teor desse nutriente não mostrou padrão definido de acúmulo em todas as épocas (Quadro 18), o que pode sugerir que a redução na solução nutritiva foi, pelo menos em parte, decorrente da absorção por parte da planta.

A concentração de Mn na solução nutritiva reduziu significativamente na presença do CaCO_3 sendo a diferença mais evidente sem a correção do pH (Quadro 19). Nas folhas de salsa, os teores desse nutriente também reduziram, principalmente nas últimas colheitas, quando havia CaCO_3 em solução, sem a correção de pH (Quadro 18). Isso sugere uma possível precipitação do elemento em solução, quando havia CaCO_3 , ou uma diluição do elemento nas plantas que cresceram mais.

Os outros micronutrientes (Zn, Fe e B) não mostraram tendências definidas nas épocas de amostragens estudadas. Sendo assim, nota-se que o CaCO_3 pode ter atuado, melhorando o crescimento da salsa, apesar de os teores dos nutrientes, em alguns casos, estarem menores em seus tecidos e na solução.

Estudos posteriores fazem-se necessários para melhor esclarecimento dos nutrientes que devem ser adicionados à medida que as plantas crescem, sem que haja excesso ou falta.

Quadro 18 - Teor dos micronutrientes (mg.kg^{-1}), nas folhas da salsa, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | | Épocas de colheita | | | | | | | |
|-----------|-------------|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | DAT* | | | | | | | |
| | | | 34 | 42 | 48 | 56 | 64 | 71 | 78 | 83 |
| | | | mg.kg ⁻¹ | | | | | | | |
| Cu | Com | C/CaCO ₃ | 6,40 a** | 8,45 a | 9,00 a | 8,35 a | 8,90 a | 11,5 a | 9,90 a | 12,80 a |
| | correção | S/CaCO ₃ | 7,60 a | 7,90 a | 8,90 a | 9,45 a | 7,85 a | 8,90 b | 8,85 a | 11,70 a |
| | Sem | C/CaCO ₃ | 5,90 a | 17,2 a | 9,25 a | 9,45 a | 8,75 a | 10,5 a | 9,90 a | 12,65 a |
| Zn | Com | C/CaCO ₃ | 56,8 a | 57,8 a | 54,1 a | 71,3 a | 64,4 a | 87,40 a | 65,1 a | 80,45 a |
| | correção | S/CaCO ₃ | 77,4 a | 65,3 a | 54,3 a | 63,5 a | 37,7 b | 51,10 b | 46,6 a | 94,55 a |
| | Sem | C/CaCO ₃ | 65,9 b | 78,8 a | 67,1 a | 96,7 a | 72,9 a | 109,8 a | 80,3 a | 86,70 a |
| Mn | Com | C/CaCO ₃ | 408,4 a | 207,2 a | 215,2 a | 246,5 a | 253,3 a | 229,0 a | 270,7 a | 221,6 a |
| | correção | S/CaCO ₃ | 311,6 b | 214,9 a | 214,6 a | 229,6 a | 233,8 a | 228,6 a | 226,9 a | 193,3 a |
| | Sem | C/CaCO ₃ | 329,0 a | 210,6 a | 154,2 a | 207,6 a | 193,3 b | 203,8 b | 246,6 a | 229,4 a |
| Fe | Com | C/CaCO ₃ | 262,3 a | 162,7 a | 180,1 a | 179,2 a | 339,1 a | 193,2 a | 234,2 a | 231,6 a |
| | correção | S/CaCO ₃ | 222,0 a | 224,4 a | 302,2 a | 166,7 a | 127,6 b | 215,8 a | 289,6 a | 283,9 a |
| | Sem | C/CaCO ₃ | 272,3 a | 333,5 a | 195,1 a | 298,8 a | 188,5 b | 273,6 a | 246,2 a | 301,0 a |
| | correção | S/CaCO ₃ | 185,2 a | 210,2 a | 458,6 a | 423,4 a | 296,5 a | 440,1 a | 289,6 a | 392,1 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 19 - Concentração de micronutrientes ($\mu\text{mol.L}^{-1}$), na solução nutritiva de cultivo da salsa, influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3 influenciado pela correção de pH e presença de CaCO_3

| Nutriente | Tratamentos | Épocas de colheita (DAT*) | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 0 | 15 | 24 | 32 | 42 | 48 | 58 | 66 | 74 | 83 | |
| Cu | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,814 a | 0,803 a | 0,574 a | 0,991 a | 1,306 a | 1,19 a | 2,70 a | 1,16 a | 3,46 a | 3,76 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,818 a | 0,775 a | 0,570 a | 0,976 a | 0,566 b | 0,98 a | 3,85 a | 1,11 a | 3,52 a | 3,05 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 0,681 b | 0,704 a | 0,527 a | 0,897 b | 1,404 a | 0,98 a | 4,10 a | 1,11 a | 2,76 a | 2,64 a |
| | | S/ CaCO_3 | 0,913 a | 0,783 a | 0,519 a | 1,204 a | 0,456 b | 0,98 a | 2,88 a | 1,14 a | 2,64 a | 2,41 a |
| Zn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 1,265 b | 0,990 a | 1,03 a | 1,448 b | 2,141 a | 1,48 a | 1,58 a | 1,35 b | 2,27 b | 2,13 a |
| | | S/ CaCO_3 | 1,980 a | 1,265 a | 1,40 a | 2,305 a | 2,880 a | 1,64 a | 2,24 a | 1,79 a | 2,88 a | 2,35 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 1,067 b | 1,006 b | 0,84 b | 1,220 b | 1,445 b | 0,72 b | 1,88 b | 0,83 b | 2,01 b | 1,45 b |
| | | S/ CaCO_3 | 2,302 a | 1,755 a | 1,70 a | 3,143 a | 3,185 a | 2,40 a | 2,86 a | 2,36 a | 3,48 a | 3,18 a |
| Mn | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 24,70 a | 3,98 b | 4,51 b | 3,40 b | 4,09 b | 4,48 b | 4,20 a | 3,82 a | 0,95 a | 4,21 a |
| | | S/ CaCO_3 | 29,91 a | 24,91 a | 17,23 a | 17,34 a | 15,83 a | 11,0 a | 7,57 a | 5,61 a | 0,57 a | 6,43 a |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 15,48 b | 3,02 b | 3,14 b | 2,94 b | 4,38 b | 4,39 b | 6,83 b | 7,94 b | 9,16 b | 9,32 b |
| | | S/ CaCO_3 | 32,29 a | 25,98 a | 24,88 a | 28,88 a | 28,56 a | 27,07 a | 29,05 a | 25,87 a | 27,63 a | 27,66 a |
| Fe | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 10,69 a | 11,56 a | 13,58 a | 28,03 a | 29,28 a | 28,24 a | 29,43 a | 28,11 a | 27,67 a | 27,06 a |
| | | S/ CaCO_3 | 10,10 a | 7,90 b | 10,60 b | 24,15 b | 19,23 b | 21,32 b | 21,20 b | 22,21 b | 22,51 b | 18,33 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 10,43 a | 12,57 a | 15,70 a | 30,87 a | 31,26 a | 29,09 a | 31,33 a | 27,45 a | 32,45 a | 27,00 a |
| | | S/ CaCO_3 | 10,38 a | 9,18 b | 11,73 b | 25,37 b | 26,55 b | 22,94 b | 25,52 b | 21,95 b | 25,67 b | 24,70 a |
| B | Com correção de pH | C/ CaCO_3 | 66,18 a | 78,53 a | 77,84 a | 47,57 a | 51,29 a | 32,03 a | 28,42 a | 22,45 a | 25,99 a | 22,73 a |
| | | S/ CaCO_3 | 65,54 a | 68,59 b | 65,86 b | 39,36 a | 48,26 a | 28,35 b | 28,84 a | 20,53 a | 25,16 b | 20,44 b |
| | Sem correção de pH | C/ CaCO_3 | 78,76 a | 77,84 a | 67,09 a | 60,87 a | 50,90 a | 33,02 a | 29,02 a | 22,38 a | 27,47 a | 19,38 a |
| | | S/ CaCO_3 | 56,77 b | 70,92 b | 61,53 b | 41,72 a | 47,68 a | 29,51 b | 25,76 a | 20,33 a | 23,40 b | 17,85 a |

* DAT = Dias Após o Transplântio.

** Médias seguidas por mesma letra na coluna (dentro de cada nível com e sem correção de pH) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O consumo de água foi maior, tanto para a alface como para a cebolinha, sem a adição de CaCO_3 .

No cultivo das três espécies, o CaCO_3 foi eficiente no tamponamento do pH da solução nutritiva, mantendo-o em valores próximos a 6,0.

A produção de matéria fresca e de matéria seca de alface e cebolinha, na presença de CaCO_3 , foi equivalente ao tratamento com correção de pH. Entretanto, o CaCO_3 aumentou o crescimento da salsa.

A condutividade elétrica da solução nutritiva aumentou durante o cultivo da salsa e da cebolinha, aumentou e depois estabilizou, porém, em nenhuma das espécies alcançou valores inadequados.

Os teores foliares de N-orgânico, P, Mg e Zn, nas três culturas, mantiveram-se mais baixos na presença de CaCO_3 que na sua ausência.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar o crescimento da alface, cebolinha e salsa em hidroponia e monitorar as concentrações dos nutrientes na solução nutritiva e nas folhas dessas espécies, influenciados pela adição de CaCO_3 , correção de pH e tipo de colheita. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do DFT, em Viçosa-MG, em vasos contendo oito litros de solução nutritiva aerada.

Os tratamentos testados foram: ausência e presença de CaCO_3 (0,5g/L) combinados com correção do pH, mantendo-o entre 5,5 e 6,5, e sem correção do pH da solução nutritiva e dois tipos de colheita da planta de alface (colheita de folhas ou da planta inteira). Para reposição da água, usou-se a solução nutritiva diluída em 50%.

Foram feitas coletas semanais de solução nutritiva e de folhas dos três cultivos para análise dos teores de macro e micronutrientes. Foram avaliados, ainda, pesos de matéria fresca e de matéria seca, número de folhas colhidas, semanalmente, pesos de matéria fresca e seca de folhas, caule e raiz, ao final, consumo de água pelas plantas, eficiência de utilização da água, do pH e da condutividade elétrica (CE) da solução medidos de dois em dois dias.

Concluiu-se que:

O consumo de água foi maior, tanto para a alface como para a cebolinha, sem a adição de CaCO_3 .

No cultivo das três espécies, o CaCO_3 foi eficiente no tamponamento do pH da solução nutritiva, mantendo-o em valores próximos a 6,0.

A produção de matéria fresca e de matéria seca de alface e cebolinha, na presença de CaCO_3 , foi equivalente ao tratamento com correção de pH. Entretanto, o CaCO_3 aumentou o crescimento da salsa.

A condutividade elétrica da solução nutritiva aumentou durante o cultivo da salsa e da cebolinha, em todos os tratamentos. Na alface, aumentou e depois estabilizou, porém, em nenhuma das espécies alcançou valores inadequados.

Os teores foliares de N-orgânico, P, Mg e Zn, nas três culturas, mantiveram-se mais baixos na presença de CaCO_3 que na sua ausência, ocorrendo o inverso para o Ca. Os teores foliares de P na salsa não foram influenciados pelo CaCO_3 .

Os teores de P e Mn, na solução nutritiva, desde o início do experimento, foram menores na presença do CaCO_3 , nos três cultivos.

ASHER, C. E. & PAX BLAMEY, P. Experimental control of plant nutrient status using programmed nutrient addition. *Journal of Plant Nutrition*, v. 10, p. 9-16, p.1371-1380, 1987.

BAILEY, B. J., HAGGETT, B. G. D., HUNTER, A., ALBERY, W. J., SVANBERG, L. Z. Monitoring nutrient film solution using ion-selective Electrodes. *Journal of Agricultural and Engineering Research*, v. 40, n. 2, p. 129 - 142, 1988.

BEN-YAAKOV, S., BEN ASHER, J. System design and analysis of a continuous monitoring of the environment in nutrient solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, v. 5, n. 1, p. 45 - 55, 1982.

BINGHAM, F. T. Boron. In: PAGE, A. L. (Ed.) *Methods of soil analysis. II. Chemical and microbiological properties*. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 431 - 447. (Serie Agronomy, 9).

BRAGA, J. M., DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. *Revista Ceres*, v. 21, n. 113, p. 73 - 85, 1974.

BRASWELL, J. H., SPIERS, J. M., MATTA, J. B. Influence of N, P, K, Ca and Mg rates on leaf elemental concentration and plant growth of "Gulfcoast" Blueberry. *Acta Horticulturae*, n. 485, p. 363 - 368, 1997.

CADAHIA, C., SARRO, M. J., PEÑALOSA, J. M., CARPENA RUIZ, R. O., ZORNOZA, P. Efecto de distintas concentraciones de nitrato sobre el crecimiento y la composición química de plantas de tomate cultivadas en hidropónia. *Acta Horticulturae*, n. 748, p. 1033 - 1045, 1996.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATALDO, D. A., HAROON, M., SCHARDER, M., YOUNGS, V. L. Rapid

ADAMS, P., HOLDER, R. Effect of humidity, Ca and salinity on dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Journal of Horticultural Science**, v. 67, n. 1, p. 137 - 142, 1992.

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, n. 361, p. 245 - 257, 1994.

ASHER, C. J. e PAX BLAMEY, F. Experimental control of plant nutrient status using programmed nutrient addition. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, n.9-16, p.1371-1380, 1987.

BAILEY, B. J., HAGGETT, B. G. D., HUNTER, A., ALBERY, W. J., SVANBERG, L. R. Monitoring nutrient film solution using Ion-selective Eletrodes. **Journal of Agricultural and Engeniering Research**, v. 40, n. 2, p. 129 - 142, 1988.

FUKUYAMA, T., NONAMI, H., KATAYAMA, E., IASHIMOTO, Y.

BEN-YAAKOV, S., BEN-ASHER, J. System design and analysis of a continous monitoring of the enviroment in nutrient solution culture. **Journal of Plant Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 45 - 55, 1982.

HOBBO, M., KUTUWATA, C., YOSHIKAWA, K., ITO, T. Effects of nitrogen

BINGHM, F. T. Boron. In: PAGE, A. L. (Ed.). **Methods of soil analysis. II. Chemical and microbiological properties**. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 431 - 447. (Serie Agronomy, 9).

- BRAGA, J. M., DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em estratos de solo e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73 - 85, 1974.
- BRASWELL, J. H., SPIERS, J. M., MATTA, F. B. Influence of N, P, K, Ca and Mg rates on leaf elemental concentration and plant growth of 'Gulfcoast' Blueberry. **Acta Horticulturae**, n. 446, p. 363 - 368, 1997.
- CADAHIA, C., SARRO, M. J., PEÑALOSA, J. M., CARPENA RUIZ, R. O., ZORNOZA, P. Efecto de distintas concentraciones de nitrato sobre el crecimiento y la composición química de plantas de tomate cultivadas en hidroponia. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v. 45, n. 7-8, p. 1033 - 1048, 1986.
- CATALDO, D. A., HAROON, M., SCHARDER, M., 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 - 81, 1975.
- CHESNIN, L., YIEN, C. H. Turbidimetric determination of available sulfate. **Soil Science American Proceedings**, v. 15, p. 149 - 151, 1950.
- CORNISH, P. S. Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in hydroponic culture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 32, n. 4, p. 513 - 520, 1992.
- EUCLYDES, R. F. **Sistema para análise estatística e genéticas (SAEG) - Manual provisório**. Viçosa, MG: UFV/CPT, 1983. 74p. (Apostila).
- FUKUYAMA, T., NONAMI, H., KATAYAMA, K., HASHIMOTO, Y. Improvement of hydroponic culture medium by adding calcium-zeolite. **Acta Horticulturae**, n. 396, p. 115 - 122, 1995.
- HOHJO, M., KUTUWATA, C., YOSHIKAWA, K., ITO, T. Effects of nitrogen form, nutrient and Ca concentration on the growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plants. **Acta Horticulturae**, n. 396, p. 145 - 152, 1995.

- HUETT, D. O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 45, n. 1, p. 251 - 267, 1994.
- HUETT, D. O. Production and quality of "Sim" carnations grown hydroponically in rockwool substrate with nutrient solutions containing different levels of calcium, potassium and ammonium-nitrogen. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, n. 5, p. 691 - 697, 1994.
- JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.). **Soil and chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. p. 183 - 204.
- JONES JUNIOR., J. B., WOLF, B., MILLS, H. A. **Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro, 1991. 213 p.
- KATAGRI, K., TSUJI, H. Increase in DNA content of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* upon decapitation. **Journal of Experimental Botanic**, v.31, p. 209-222. 1980.
- LIMA, N. G., HAMERSCHMIDT, I. As culturas de alface e tomate em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 44. 1986. (Resumos).
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 37 p. (Cadernos Didáticos, 1).
- PARDOSSI, A., MALORGIO, F., TOGNONI, F. Control of mineral nutrition in melon plants grown with NFT. **Acta Horticulturae**, n. 396, p. 173 - 180, 1995.
- ROBSON, A. D., PITMAN, M. G. Interactions between nutrients in higher plants. In: LÄUCHI, A., BIELESKI, R. L. (Eds.). **Inorganic plant nutrition**. New York: Springer-Verlag, 1983. p. 147-173.

- ROH, M. Y., LEE, Y. B. Predictive control of concentration of nutrient solution according to integrated solar radiation during one hour in the morning. **Acta Horticulturae**, n. 440, p. 256 - 261, 1996.
- SAROOSHI, R. A., CRESSWELL, G. C. Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 529 - 535, 1994.
- SARRO, M. J., CADAHIA, C., PEÑALOSA, J. M. Control de un cultivo hidropónico de tomate mediante correcciones periódicas de los nutrientes. Aplicaciones a invernaderos comerciales. **Anales de Edafología e Agrobiología**, v. 45, n. 5/6, p. 729 - 738, 1986.
- SCHREVEENS, E., CORNELL, J. Design and analysis of mixture systems: Applications in hydroponic, plant nutrition research. **Plant and Soil**, v. 154, n. 1, p. 45 - 52, 1998.
- SCHWARZ, D., KUCHENBUCH, R. Growth analyses of tomato in a closed recirculation system in relation to the EC-value of the nutrient solution. **Acta Horticulturae**, n. 450, p. 169 - 176, 1997.
- SONNEVELD, C., VOOGT, W. Effects of pH value and Mn application on yield and nutrient absorption with rockwool grown gerbera. **Acta Horticulturae**, n. 450, p. 139 - 147, 1997.
- SPIERS, J. M. Effects of pH level and nitrogen source on elemental leaf content of "Tifblue" Rabbiteye Blueberry. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 103, n. 6, p. 705 - 708, 1978.
- TAYLOR, J. S., BLAKE, T. J., PHARIS, R. P. The role of plants hormones and carbohydrates in the growth and survival of coppiced Eucalyptus seedlings. **Physiologia Plantarum**, v. 55, n. 4, p. 421 - 430, 1982.
- TERADA, M., GOTO, T., KAGEYAMA, Y., KONISHI, K. Effect of potassium and calcium concentration in the nutrient solution on growth and nutrient uptake on rose plants. **Acta Horticulturae**, n. 440, p. 366 - 370, 1996.

- UDAGAWA, Y. Some responses of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris*), grown in hydroponic, to the concentration of nutrient solution. **Acta Horticulturae**, n. 396, p. 203 - 210, 1995.
- VAN STADEN, J., CARMI, A. The effects of decapitation on the distribution of cytokins and regrowth of *Phaseolus vulgaris* plants. **Physiologia Plantarum**, v. 55, n. 1, p. 39 - 44, 1982.
- VOOGT, W. Effect of the pH on rockwool grown carnation (*Dianthus caryophyllus*). **Acta Horticulturae**, n. 401, p. 327 - 336, 1995.
- WAGNER, L. J., WEATHERS, P., DILORIO, A., CHEETHAM, R. Enhancement of lettuce productivity by ratooning. **Science Horticulturae**, v. 57, p. 177 - 185, 1994.
- WIEN, H. C. **The physiology of vegetable crops**. New York, USA: CAB International, 1997. 662 p.
- WILLITS, D. H., NELSON, P. V., PEET, M. M., DEPA, M. A., KEHNY, J. S. Modeling nutrient uptake in chrysanthemum as a function of growth rate. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 5, p. 769 - 774, 1992.
- YAN, F., SCHUBERT, S., MENGEL, K. Effect of low root medium pH, net proton release, root respiration, and root growth of corn (*Zea mays L.*) and broad bean (*Vicia faba L.*). **Plant Physiology**, v. 99, n. 2, p. 415 - 421, 1992.
- YANAGI, A. A., BULLOCK, R. M., CHO, J. J. Factors involved in the development of tipburn in crisphead lettuce in Hawaii. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 108, n. 2, p. 232 - 237, 1983.
- ZEKKI, H., GAUTHIER, L., GOSSELIN, A. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 121, n. 6, p. 1082 - 1088, 1996.

APÊNDICE

Quadro 1A - Análise de variância do peso de matéria fresca de folhas, caule, parte aérea e altura de plantas de alface influenciados pelo tipo de colheita, pela correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| FV | Quadrados médios dos pesos de matéria fresca e altura da alface | | | |
|------------------------|---|--------------|-------------|-------------|
| | Folhas | Caule | Parte aérea | Altura |
| Colheita | 5990,409 | 39269,46*** | 118967,7*** | 799,0002 |
| pH | 23,35238 | 1371,748 | 67,4330 | 528,9385 |
| CaCO ₃ /pH1 | 2544,403 | 13426,160*** | 117892,1*** | 3472,155*** |
| CaCO ₃ /pH0 | 1448,711 | 6145,820* | 14768,43 | 2125,210** |
| Bloco | 1623,026 | 253,0726 | 6661,140 | 208,3728 |
| Resíduo | 1674,17 | 874,4271 | 4996,134 | 216,5780 |
| C.V. (%) | 14,53 | 17,34 | 14,36 | 16,83 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

APÊNDICE

Quadro 2A - Análise de variância do consumo de água e eficiência de uso da água da alface influenciados pelo tipo de colheita, correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| FV | Quadrados médios do consumo de água e eficiência de uso da água | |
|------------------------|---|---------------------------|
| | Consumo de água | Eficiência de uso da água |
| colheita | 48073920*** | 348,34 |
| pH | 1105585 | 86,99 |
| CaCO ₃ /pH1 | 56317520*** | 540,59 |
| CaCO ₃ /pH0 | 9363600* | 129,41 |
| Bloco | 1813176 | 334,96 |
| Resíduo | 1879197 | 3038,24 |
| C.V. (%) | 12,55 | 12,48 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

APÊNDICE

Quadro 1A - Análise de variância do peso de matéria fresca de folhas, caule, parte aérea e altura de plantas de alface influenciados pelo tipo de colheita, pela correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria fresca e altura da alface | | | | |
|---|----------|--------------|-------------|-------------|
| FV | Folhas | Caule | Parte aérea | Altura |
| Colheita | 5990.409 | 39269.46*** | 118967.7*** | 799.0002 |
| pH | 23.35238 | 1372.748 | 67.4330 | 528.9381 |
| CaCO ₃ /pH1 | 2544.403 | 13425.100*** | 117892.1*** | 3472.155*** |
| CaCO ₃ /pH0 | 1448.711 | 6145.820* | 14768.43 | 2125.210** |
| Bloco | 1623.026 | 253.0726 | 6661.140 | 208.3728 |
| Resíduo | 1674.17 | 874.4271 | 4996.134 | 216.5780 |
| C.V. (%) | 14.53 | 17.34 | 14.36 | 16.83 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A - Análise de variância do consumo de água e eficiência de uso da água da alface influenciados pelo tipo de colheita, correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do consumo de água e eficiência de uso da água | | |
|---|-----------------|---------------------------|
| FV | Consumo de água | Eficiência de uso da água |
| colheita | 48073920*** | 348.34 |
| pH | 1105585 | 86.99 |
| CaCO ₃ /pH1 | 56317520*** | 540.59 |
| 1 | | |
| CaCO ₃ /pH0 | 9363600* | 129.41 |
| 0 | | |
| Bloco | 1813176 | 334.96 |
| Resíduo | 1879197 | 3038.24 |
| C.V. (%) | 12.55 | 12.48 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 3A - Análise de variância do consumo de água e eficiência de uso da água da cebolinha influenciados pela correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do consumo de água e eficiência de uso da água | | |
|---|-----------------|---------------------------|
| FV | Consumo de água | Eficiência de uso da água |
| pH | 4836701** | 11999.3 |
| CaCO ₃ /pH1 | 252405.1 | 5955.2 |
| CaCO ₃ /pH0 | 2908872* | 539.9 |
| Bloco | 856724.6 | 35513.7 |
| Resíduo | 434392.4 | 9909.5 |
| C.V. (%) | 14.48 | 11.63 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 4A - Análise de variância do consumo de água e eficiência de uso da água da salsa influenciados pela correção de pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do consumo de água e eficiência de uso da água | | |
|---|-----------------|---------------------------|
| FV | Consumo de água | Eficiência de uso da água |
| pH | 216457.6 | 400795.7** |
| CaCO ₃ /pH1 | 1596212.5 | 27405.7 |
| CaCO ₃ /pH0 | 112575.1 | 27140.9 |
| Bloco | 4157.6 | 43203.6 |
| Resíduo | 107870.1 | 20586.1 |
| C.V. (%) | 15.97 | 13.24 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 5A - Análise de variância do peso acumulado de matéria fresca de folhas da alface aos 21, 27, 34 e 42 dias após o transplântio (DAT) influenciados pela correção de pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria fresca de folhas acumulada | | | | |
|--|---------|----------|---------|---------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT |
| pH | 58.389 | 213.986 | 35.786 | 47.495 |
| CaCO ₃ /pH1 | 213.573 | 1369.03* | 3181.12 | 4780.77 |
| CaCO ₃ /pH0 | 37.032 | 0.201 | 12.994 | 27.24 |
| Bloco | 153.813 | 85.473 | 1125.63 | 2012.89 |
| Resíduo | 66.457 | 266.576 | 938.35 | 2486.57 |
| C.V. (%) | 37.46 | 23.12 | 19.10 | 18.61 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6A - Análise de variância do peso acumulado de matéria seca de folhas da alface aos 21, 27, 34 e 42 dias após o transplântio (DAT) influenciados pela correção de pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria seca de folhas acumulada | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT |
| pH | 0.1101 | 0.3866 | 0.1243 | 1.030 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.3621 | 2.1498 | 4.3527 | 16.228 |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.004 | 0.3003 | 0.2096 | 9.234 |
| Bloco | 0.3636 | 0.3605 | 1.2631 | 10.729 |
| Resíduo | 0.2401 | 0.9734 | 2.4107 | 13.412 |
| C.V. (%) | 35.15 | 21.95 | 18.89 | 25.40 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 7A - Análise de variância do número acumulado de folhas da alface, aos 21, 27, 34 e 42 dias após o transplântio (DAT), influenciado pela correção de pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do número acumulado de folhas da alface | | | | |
|--|--------|--------|---------|----------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT |
| pH | 9.00 | 6.25 | 3.0625 | 6.25 |
| CaCO ₃ /pH1 | 21.125 | 32.00 | 66.125* | 325.125* |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.125 | 2.00 | 8.00 | 55.125 |
| Bloco | 0.4167 | 0.75 | 6.5625 | 16.50 |
| Resíduo | 4.25 | 8.3611 | 12.618 | 60.67 |
| C.V. (%) | 17.00 | 12.78 | 9.15 | 9.92 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 8A - Análise de variância do peso de matéria seca de folhas, caule, parte aérea e altura de plantas de alface influenciados pelo tipo de colheita, correção do pH e pelo carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria seca de folhas, caule, raiz e total da alface | | | | |
|---|---------|------------|-----------|------------|
| FV | Folhas | Caule | Raiz | Total |
| Colheita | 6.1723 | 88.8145*** | 7.6079*** | 177.734*** |
| pH | 1.87405 | 4.5988 | 0.0116663 | 8.1595 |
| CaCO ₃ /pH1 | 3.43361 | 27.1649*** | 0.6732** | 308.63*** |
| CaCO ₃ /pH0 | 1.9558 | 15.974*** | 0.04698 | 50.13668 |
| Bloco | 15.2616 | 1.08161 | 0.11005 | 14.5727 |
| Resíduo | 9.756 | 1.31198 | 0.058266 | 14.1668 |
| C.V. (%) | 22.34 | 16.84 | 12.63 | 15.07 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 9A - Análise de variância do peso acumulado de matéria fresca de folhas da cebolinha aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria fresca de folhas de cebolinha | | | | | | | |
|---|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 63 DAT |
| pH | 10.80108** | 53.8609* | 33.0079 | 18.3034 | 16.7546 | 13.2827 | 3.7351 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.287282 | 20.8399 | 30.9999 | 29.1275 | 28.2601 | 33.2957 | 56.1948 |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.000199 | 3.9199 | 0.09746 | 6.1460 | 11.7007 | 23.2245 | 20.4902 |
| Bloco | 2.61187 | 5.9585 | 7.43255 | 10.1997 | 14.5683 | 22.059 | 37.6219 |
| Resíduo | 0.75235 | 5.5729 | 12.167 | 13.2964 | 17.8764 | 22.7268 | 34.9884 |
| C.V. (%) | 21.945 | 21.694 | 23.045 | 20.258 | 21.362 | 22.25 | 24.91 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 10A - Análise de variância do peso acumulado de matéria seca de folhas da cebolinha aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria seca de folhas de cebolinha | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 63 DAT |
| pH | 0.06799** | 0.2500* | 0.1425 | 0.07062 | 0.07196 | 0.05641 | 0.01015 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.002178 | 0.12127 | 0.1485 | 0.1441 | 0.13992 | 0.1682 | 0.29108 |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.000253 | 0.0008201 | 0.01095 | 0.05363 | 0.09439 | 0.16416 | 0.15097 |
| Bloco | 0.01404 | 0.007877 | 0.006122 | 0.02195 | 0.05068 | 0.08147 | 0.13729 |
| Resíduo | 0.00382 | 0.04459 | 0.06831 | 0.06456 | 0.08271 | 0.09972 | 0.16758 |
| C.V. (%) | 17.92 | 23.61 | 21.80 | 18.14 | 18.69 | 19.04 | 22.06 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 11A - Análise de variância do número acumulado de folhas da cebolinha aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de Ph

| Quadrados médios do número de folhas da cebolinha | | | | | | | |
|---|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 63 DAT |
| pH | 0.5625 | 1.562 | 0.2500 | 7.562 | 6.2500 | 7.562 | 22.562 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.00001 | 6.125 | 3.1250 | 2.000 | 1.1250 | 4.500 | 50.000 |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.125 | 0.00001 | 3.1250 | 10.125 | 15.125 | 36.125 | 36.125 |
| Bloco | 1.229 | 1.062 | 3.1667 | 8.562 | 16.833 | 24.562 | 56.729 |
| Resíduo | 1.1736 | 3.6736 | 5.1111 | 3.729 | 7.3333 | 11.006 | 33.507 |
| C.V. (%) | 13.65 | 14.26 | 12.56 | 8.75 | 10.72 | 11.42 | 15.72 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 12A - Análise de variância do comprimento médio acumulado das folhas da cebolinha aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do comprimento médio acumulado de folhas da cebolinha | | | | | | | |
|--|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 63 DAT |
| pH | 66.097* | 114.222* | 61.309 | 0.0315 | 11.273 | 121.716 | 211.629 |
| CaCO ₃ /pH1 | 42.781 | 85.74 | 254.928** | 226.525 | 160.384 | 108.265 | 29.338 |
| CaCO ₃ /pH0 | 1.711 | 5.917 | 0.130 | 42.319 | 120.823 | 224.508 | 106.215 |
| Bloco | 47.576* | 64.661 | 52.632 | 87.649 | 104.549 | 135.179 | 164.423 |
| Resíduo | 8.587 | 21.163 | 23.947 | 51.143 | 82.843 | 146.997 | 187.609 |
| C.V. (%) | 8.79 | 6.27 | 4.41 | 5.00 | 5.22 | 6.09 | 6.20 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 13 A - Análise de variância do comprimento total acumulado das folhas da cebolinha aos 21, 27, 34, 42, 48, 56 e 63 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do comprimento total acumulado de folhas da cebolinha | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| FV | 21 DAT | 27 DAT | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 63 DAT |
| pH | 5932.85* | 12566.41 | 1411.88 | 2575.56 | 2899.82 | 4644.42 | 19944.5 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.0800 | 13162.53 | 15190.25 | 11758.11 | 9807.00 | 14783.4 | 48516.15 |
| CaCO ₃ /pH0 | 14.311 | 311.251 | 2922.30 | 17851.05 | 28932.14 | 57919.0 | 45165.15 |
| Bloco | 678.55 | 1299.82 | 4009.65 | 11203.9 | 23595.77 | 39463.44 | 79091.59 |
| Resíduo | 893.354 | 4679.15 | 7464.78 | 6027.59 | 10913.02 | 16018.46 | 37414.93 |
| C.V. (%) | 22.06 | 19.23 | 16.37 | 11.58 | 13.56 | 14.43 | 18.49 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 14 A - Análise de variância do peso acumulado de matéria fresca de folhas da salsa aos 34, 42, 48, 56, 64, 71, 78 e 83 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria fresca de folhas | | | | | | | | |
|--|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| FV | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 64 DAT | 71 DAT | 78 DAT | 83 DAT |
| pH | 0.00087 | 0.2143691 | 6.3605 | 2.1747 | 4.5360 | 21.0387 | 38.7668 | 53.2506 |
| CaCO ₃ /pH1 | 1.061 | 3.080163 | 8.4337 | 14.0826 | 19.5288 | 8.0104 | 4.5364 | 3.8464 |
| CaCO ₃ /pH0 | 12.13 | 67.59355 | 204.343** | 402.954** | 610.996** | 842.47*** | 1025.6*** | 1126*** |
| Bloco | 17.3124 | 70.91412* | 137.164** | 159.5743* | 185.9105* | 203.9175* | 217.976** | 227.776** |
| Resíduo | 6.5191 | 11.1527* | 14.1235 | 23.8932 | 27.9841 | 31.0907 | 30.6403 | 30.6246 |
| C.V. (%) | 44.84 | 27.86 | 21.84 | 22.11 | 18.81 | 16.50 | 14.77 | 13.98 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 15 A - Análise de variância do peso acumulado de matéria seca de folhas da salsa aos 34, 42, 48, 56, 64, 71, 78 e 83 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios dos pesos de matéria seca de folhas | | | | | | | | |
|--|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| FV | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 64 DAT | 71 DAT | 78 DAT | 83 DAT |
| pH | 0.000564 | 0.01500 | 0.1879 | 0.1079 | 0.00012 | 0.0560 | 0.1618 | 0.2596 |
| CaCO ₃ /pH1 | 0.008256 | 0.1030 | 0.1761 | 0.2690 | 0.3815 | 0.2139 | 0.2231 | 0.2282 |
| CaCO ₃ /pH0 | 0.3436 | 1.2090* | 3.7524** | 6.3707** | 8.3948*** | 10.536*** | 12.383*** | 13.238*** |
| Bloco | 0.39016 | 1.3492** | 2.6867*** | 2.9667** | 3.3399** | 3.5975** | 3.816** | 3.9838** |
| Resíduo | 0.1273 | 0.1731 | 0.1667 | 0.2945 | 0.3354 | 0.3293 | 0.3073 | 0.287 |
| C.V. (%) | 42.23 | 25.75 | 17.05 | 18.06 | 15.78 | 13.58 | 12.02 | 11.08 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 16 A - Análise de variância do número acumulado de folhas da salsa aos 34, 42, 48, 56, 64, 71, 78 e 83 dias após o transplântio (DAT), em função da correção do pH da solução e do carbonato de cálcio quando houve (pH1) ou não (pH0) correção de pH

| Quadrados médios do número de folhas de salsa | | | | | | | | |
|---|--------|--------|----------|--------|----------|---------|---------|---------|
| FV | 34 DAT | 42 DAT | 48 DAT | 56 DAT | 64 DAT | 71 DAT | 78 DAT | 83 DAT |
| pH | 9.000 | 9.000* | 3.0625 | 6.250 | 9.000 | 9.000 | 9.000 | 14.062 |
| CaCO ₃ /pH1 | 1.125 | 0.500 | 0.500 | 2.000 | 4.500 | 3.125 | 4.500 | 4.500 |
| CaCO ₃ /pH0 | 1.125 | 0.0001 | 1.1250 | 4.500 | 0.500 | 0.125 | 2.000 | 6.125 |
| Bloco | 8.4167 | 5.1667 | 9.3958** | 8.250 | 13.1667* | 19.083* | 21.667* | 25.396* |
| Resíduo | 4.3611 | 1.6667 | 1.3403 | 2.25 | 3.389 | 3.583 | 4.7222 | 5.396 |
| C.V. (%) | 19.203 | 8.07 | 6.07 | 6.78 | 6.95 | 6.13 | 6.34 | 5.91 |

*, **, *** significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

DOAÇÃO

