



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Helbel Junior, Celso; Rezende, Roberto; Silva Santos, Humberto; Lourenço de Freitas, Paulo Sérgio;

de Freitas Azevedo, Tedson Luis; Frizzone, José Antônio

Soluções nutritivas, vazões e qualidade da alface hidropônica

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 29, núm. 2, 2007, pp. 291-295

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026573019>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Soluções nutritivas, vazões e qualidade da alface hidropônica

Celso Helbel Junior<sup>1</sup>, Roberto Rezende<sup>1\*</sup>, Humberto Silva Santos<sup>1</sup>, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas<sup>1</sup>, Tedson Luis de Freitas Azevedo<sup>1</sup> e José Antônio Frizzone<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: rrezende@uem.br

**RESUMO.** O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na unidade de pesquisa em agricultura irrigada da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, com o objetivo de estudar o efeito de três soluções nutritivas com condutividades elétricas distintas, aplicadas em duas vazões diferentes, na cultura da alface, analisando as seguintes variáveis de produção: número de folhas aproveitáveis, número de folhas não aproveitáveis e comprimento de caule. Os tratamentos consistiram na combinação fatorial de três soluções nutritivas com concentrações diferentes ( $S1=1,2 \text{ mS cm}^{-1}$ ,  $S2=2,5 \text{ mS cm}^{-1}$  e  $S3=0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ ) e duas vazões de aplicação ( $V1=1,2 \text{ L min}^{-1}$  e  $V2=0,8 \text{ L min}^{-1}$ ) nos canais de cultivo, em delineamento inteiramente ao acaso com 3 repetições. Assim, foram compostos os seguintes tratamentos: S1V1 - Solução nutritiva 1 aplicada na vazão 1, S1V2 - Solução nutritiva 1 aplicada na vazão 2, S2V1 - Solução nutritiva 2 aplicada na vazão 1, S2V2 - Solução nutritiva 2 aplicada na vazão 2, S3V1 - Solução nutritiva 3 aplicada na vazão 1, S3V2 - Solução nutritiva 3 aplicada na vazão 2. O aumento na concentração de nutrientes com vazões diferentes das soluções não promoveram aumento significativo no número de folhas aproveitáveis. No entanto, analisando o tratamento solução isoladamente, houve diferenças significativas no número de folhas não aproveitáveis entre as soluções I e II, em relação à solução III. A solução 1 ( $CE = 1,8 \text{ mS cm}^{-1}$ ) proporcionou o maior comprimento do caule de forma significativamente diferente das demais soluções.

**Palavras chave:** *Lactuca sativa*, vazões, cultivo sem solo.

## ABSTRACT. Nutritious solutions, outflows and quality of the hydroponic lettuce.

This experiment was carried out in a vegetation environment at the irrigated agriculture unit of the State University of Maringá, State of Paraná in order to study the effect of three nutritious solutions with distinct electrical conductivities, applied to two different outflows, on the lettuce cultivation. The following production variables were analyzed: number of useful leaves, number of non-useful leaves, and length of the stem. The treatments consisted of a factorial combination of three nutritious solutions with different concentrations ( $S1=1.2 \text{ mS cm}^{-1}$ ,  $S2=2.5 \text{ mS cm}^{-1}$ , and  $S3=0.8 \text{ mS cm}^{-1}$ ) and two application outflows ( $O1=1.2 \text{ L min}^{-1}$  and  $O2=0.8 \text{ L min}^{-1}$ ) in the cultivation channels. The delineation was performed at random with 3 replications. Thus, the following treatments were used: S1O1 - nutritious solution 1 applied to outflow 1, S1O2 - nutritious solution 1 applied to outflow 2, S2O1 - nutritious solution 2 applied to outflow 1, S2O2 - nutritious solution 2 applied to outflow 2, S3O1 - nutritious solution 3 applied to outflow 1, S3O2 - nutritious 3 applied to outflow 2. The increase in the concentration of the nutrients with different outflows of the solutions did not provide a significant increase in the number of useful leaves. However, when analyzing the solution treatment separately, there were significant differences in the number of non-useful leaves between solutions I and II, in relation to solution III. Solution 1 ( $CE = 1.8 \text{ mS cm}^{-1}$ ) provided the longest length of the stem, which was significantly different from the other solutions.

**Key words:** *Lactuca sativa*, outflows, soilless culture.

## Introdução

No Brasil, segundo Furlani *et al.* (1999), tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo em hidroponia, predominando o sistema *nutrient film technique* (NFT), ou seja, a técnica do fluxo laminar

de nutrientes. Em praticamente todos os Estados cultiva-se nesse sistema, principalmente, a cultura da alface (Teixeira, 1996). Essa espécie é a mais difundida entre os produtores por se tratar de cultura de fácil manejo e por ter ciclo curto,

garantindo rápido retorno do capital investido (Koefender, 1996).

Nesse sistema de cultivo hidropônico de plantas, a solução nutritiva tem um papel fundamental para que se obtenha êxito na produção vegetal. Sua importância é vital a ponto de Andriolo (2002) afirmar que a solução nutritiva é o elemento essencial na hidroponia estrita (sem substrato), pois dela depende inteiramente o crescimento da cultura, devendo conter todos os nutrientes minerais exigidos pelas plantas e também o oxigênio indispensável para a respiração das raízes.

Segundo Costa *et al.* (2001), dentre as muitas propriedades apresentadas por uma solução nutritiva, destaca-se a condutividade elétrica. Para cultivos hidropônicos é usual avaliar o teor de nutrientes na solução nutritiva de forma indireta, medindo sua condutividade elétrica (Verdonck *et al.*, 1981). Conforme Bliska Junior e Honório (1996), a avaliação da condutividade elétrica tem sido recomendada para a reposição de nutrientes na solução, mas não identifica a faixa crítica de nutrientes e nem quais estão em falta ou em excesso.

A condutividade elétrica (CE) é proporcional ao conteúdo total de íons. Assim uma queda na CE é acompanhada por uma queda proporcional na quantidade total de íons disponíveis para absorção por parte das raízes. No entanto, sais diferentes apresentam CEs diferentes: para cada formulação haverá, portanto, uma função linear relacionando CE e quantidade total de íons dissolvidos (Martinez, 1997).

Para alface, a CE da solução nutritiva utilizada oscila, geralmente, entre 1,6 a 1,8 mS cm<sup>-1</sup> (Soares, 2002) até 2,5 mS cm<sup>-1</sup> (Castellane e Araújo, 1995). Deve-se ressaltar, porém, a necessidade de avaliar a melhor CE no cultivo dessa hortaliça em cada região brasileira devido às variações ambientais, cultivar utilizado, entre outros fatores, os quais empregados de forma equivocada podem comprometer toda a produção. Não existe, portanto, uma formulação considerada ideal, pois estão envolvidos um número considerável de variáveis e suas interações (Rodrigues, 2002).

Outro ponto relevante da solução nutritiva é a vazão aplicada nos canais de cultivo, ou seja, a taxa de fluxo. Nesse sentido, Carmelo (1996) afirma que a técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) tem uma aceitação comercial razoável, mas é claro que alguns problemas técnicos podem aparecer. É necessário que pesquisas sejam ainda desenvolvidas, principalmente, em relação ao efeito da taxa de fluxo, cuja maioria dos sistemas em uso oscila entre 1,5 a 2,0 litros por minuto em cada canal de cultivo.

Assim, este trabalho investigou o efeito de três soluções nutritivas com condutividades elétricas distintas, aplicadas em duas vazões diferentes, na cultura da alface, analisando as seguintes variáveis de produção: número de folhas aproveitáveis, número de folhas não aproveitáveis e comprimento de caule.

## Material e métodos

O experimento em questão foi realizado no período compreendido entre 31 de julho a 4 de setembro de 2003, em casa de vegetação, na unidade de pesquisa em agricultura irrigada da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá, Estado do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: 23°25' de latitude sul, 51°57' de longitude oeste e com altitude de 542 metros. A casa de vegetação utilizada foi uma estufa do tipo semi-arco com cobertura de polietileno de (150 µm), com as seguintes dimensões: 5 m de largura; 12 m de comprimento; 1,6 m de altura de pé direito e 2,1 m de altura da concavidade do arco.

O sistema hidropônico utilizado é o NFT (*Nutrient Film Technique*, ou seja, *Técnica do Filme de Nutrientes*). Este se caracteriza pela aplicação e passagem de lâminas de soluções nutritivas nos canais de cultivo entre as raízes das plantas, com freqüência e turnos previamente programados. É composto de um reservatório de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento e de retorno da solução nutritiva através de tubos ao reservatório e de bancadas com canais de cultivo.

Cada bancada era constituída de seis canais de cultivo com 5,0 cm de profundidade, propiciando espaçamento de 30 cm entre plantas e 22 cm entre plantas de canais distintos.

No armazenamento das soluções nutritivas testadas, utilizou-se 3 reservatórios, um para cada bancada de cultivo, com capacidade total de 100 litros cada um, trabalhando constantemente, porém, com 80% dessa capacidade, ou seja, 80 litros. Esses reservatórios foram instalados abaixo do nível das bancadas de cultivo das plantas, permitindo, assim, o retorno da solução nutritiva, por meio de uma tubulação de 75 mm de diâmetro, sob efeito da gravidade. Constitui dessa forma um sistema hidropônico denominado fechado, tendo em vista que a solução nutritiva aplicada nas raízes das plantas retorna ao reservatório e é reutilizada com freqüência em turnos programados.

Foi diariamente medida a condutividade elétrica e o pH das soluções testadas. Apesar da variação dos valores de pH da solução e de alguns valores não estarem na faixa preconizada como adequada à disponibilidade de nutrientes (5,8 - 6,2), não foi efetuada nenhuma forma de ajuste do pH em

virtude do sistema radicular e da parte aérea das plantas apresentarem aspecto e desenvolvimento muito satisfatório, dentro dos padrões normais de comercialização.

O sistema de bombeamento da solução nutritiva do reservatório para o início dos canais de cultivo foi composto por uma bomba de 32 W de potência, instalada de forma afogada e acionada por meio de um temporizador (timer), que iniciava a circulação da solução às 7 horas. Sendo o bombeamento intermitente, a solução circulava a intervalos de 15 minutos por períodos de duração de 15 minutos até as 19 horas. Durante a noite, o temporizador acionava o bombeamento durante 15 minutos em intervalos de 2 horas.

O cultivar de alface utilizado no experimento foi a cultivar Vera. De acordo com Della Vecchia *et al.* (1999), esta apresenta plantas vigorosas com folhas crespas, eretas e de coloração verde-clara brilhante. Seu ciclo, da semeadura ao ponto ideal de colheita para o mercado, varia de 50 a 70 dias conforme a região ou época de cultivo. Durante o ano todo, Vera cv. apresenta excelente resistência ao florescimento prematuro em cultivo de verão e apresenta, também, excelente performance em cultivo de inverno a campo aberto e em cultivo hidropônico.

As mudas transplantadas nas bancadas de cultivo tinham 28 dias de idade, apresentavam de 3 a 4 folhas, cerca de 8 a 10 cm de altura e eram oriundas do Setor de Olericultura, do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), onde foram semeadas em bandejas de 200 células de poliestireno expandido contendo substrato comercial (Plantimax).

O manejo de reposição adotado foi o de repor diariamente a quantidade de solução nutritiva original absorvida pelas plantas e a água evapotranspirada, acompanhada de uma adição proporcional das mesmas e respectivas soluções nutritivas concentradas que fazem parte dos tratamentos.

Os tratamentos foram constituídos por três soluções nutritivas com diferentes concentrações, expressas por valores de condutividade elétrica (CE) distintas - solução 1 (S1) apresentando CE = 1,2 mS cm<sup>-1</sup>, solução 2 (S2) apresentando CE=2,5 mS cm<sup>-1</sup> e solução 3 (S3) apresentando CE=0,8 mS cm<sup>-1</sup> (Tabelas 01 e 02) - todas aplicadas em duas vazões - vazão 1 = 1,2 L min<sup>-1</sup> e vazão 2 = 0,8 L min<sup>-1</sup> - alternadamente, nos canais das bancadas de cultivo, formando os seguintes tratamentos: S<sub>1</sub>V<sub>1</sub> (Solução nutritiva 1 aplicada na vazão 1); S<sub>1</sub>V<sub>2</sub> (Solução nutritiva 1 aplicada na vazão 2); S<sub>2</sub>V<sub>1</sub> (Solução nutritiva 2 aplicada na vazão 1); S<sub>2</sub>V<sub>2</sub> (Solução nutritiva 2 aplicada na vazão 2); S<sub>3</sub>V<sub>1</sub> (Solução

nutritiva 3 aplicada na vazão 1); S<sub>3</sub>V<sub>2</sub> (Solução nutritiva 3 aplicada na vazão 2).

A opção pelas soluções 1 e 2 teve como critério a escolha de soluções nutritivas que de forma geral são mais estudadas e empregadas tanto na pesquisa científica, quanto nas mais divulgadas obras de literatura técnica, disponíveis aos profissionais das ciências agrárias e aos próprios produtores e empresários agrícolas. A escolha da solução 3 teve como critério a solução com menor concentração de nutrientes em comparação com as soluções 1 e 2 encontradas na literatura científica. Partindo deste propósito, a solução 1 foi preparada conforme a recomendação de Furlani *et al.* (1999), a solução 2 conforme Carmelo (1996) e a solução 3 foi preparada conforme Sasaki (1992). As concentrações de nutriente podem ser verificadas nas Tabelas 5 e 6.

Para preparar cada solução, utilizaram-se, como fontes dos nutrientes, sais fertilizantes, em vez de formulações comerciais já prontas existentes no comércio. Na Tabela 1, podem ser observados os sais empregados em cada solução e suas respectivas quantidades.

**Tabela 1.** Quantidade de Sais por Fertilizantes em g 1000 litros<sup>-1</sup> e g 80 litros<sup>-1</sup> utilizados para compor as soluções nutritivas dos tratamentos.

Fertilizante	Sol. 1 g	Sol. 1 g	Sol. 2 g	Sol. 2 g	Sol. 3 g	Sol. 3 g
	1000 L <sup>-1</sup>	80 L <sup>-1</sup>	1000 L <sup>-1</sup>	80 L <sup>-1</sup>	1000 L <sup>-1</sup>	80 L <sup>-1</sup>
Nitrato de cálcio	750	60	1200	96	240	19,20
Nitrato de potássio	500	40	260	20,8	400	32,00
Fosfato monoamônio (MAP)	150	12	150	12	50	4,00
Sulfato de magnésio	400	32	500	40	120	9,6
Cloreto de potássio	-	-	250	20	-	-
Sulfato de manganês	1,50	0,12	1,81	0,14	1,0	0,08
Ácido bórico	1,50	0,12	2,86	0,23	1,15	0,094
Sulfato de zinco	0,50	0,04	0,10	0,008	0,09	0,0072
Sulfato de cobre	0,15	0,012	0,04	0,0032	0,04	0,0032
Molibdato de sódio	0,15	0,012	0,15	0,012	0,013	0,001
Fe-EDTA	40	3,2	40	3,2	40	3,2

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2, composto por três soluções nutritivas e 2 vazões de aplicação, com 3 repetições, com cada repetição composta por 20 plantas. Cada parcela experimental foi constituída por uma linha de cultivo e cada bancada abrigou 6 parcelas com 3 repetições.

As plantas foram colhidas quando alcançaram o ponto de colheita, ocorrido 35 dias após o transplante das mudas. Foram avaliadas as variáveis, número de folhas aproveitáveis, número de folhas não aproveitáveis e comprimento do caule, por meio de balança digital com precisão de 0,01 g e paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

## Resultados e discussão

### Número de folhas aproveitáveis

A análise de variância mostrou que nenhum dos tratamentos apresentou efeito significativo sobre o número de folhas aproveitáveis das plantas de alface, mostrando que essa variável não foi influenciada pela composição das soluções nutritivas aplicadas e nem por níveis de vazão testados. Apesar desse resultado, a variável apresentou média condizente com os trabalhos desenvolvidos em cultivo hidropônico, como os de Tavares e Junqueira (1999), Fernandes et al. (2002) e Schmidt et al. (2001), apesar de os autores terem avaliado número total de folhas e não somente as aproveitáveis.

**Tabela 2.** Número de folhas aproveitáveis das plantas de alface em função da composição da solução nutritiva. Maringá, UEM, 2003.

	Solução		
I	II	III	
21,6 A	21,5 A	20,7 A	
CV% = 5,1			

Médias, em cada solução, seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A despeito de não haver diferenças significativas entre as soluções, as soluções I e II deveriam apresentar um número maior de folhas aproveitáveis em comparação com a solução I, considerando que a formação de folhas nas plantas depende da presença e dos níveis de nitrogênio disponíveis na solução nutritiva na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), pois este elemento mineral atua na expansão celular e, consequentemente, foliar, aumentando o número de folhas com comprimento mínimo considerado aproveitável. Assim, o que se esperava era que o número de folhas aproveitáveis por planta fosse maior na solução II seguida pela I e III, levando-se em conta o teor de  $\text{N-NO}_3^-$ , existente na composição de cada solução (Tabela 1). Não se pode deixar de considerar, porém, que a absorção dos elementos minerais não depende apenas da presença e da disponibilidade destes na solução, mas também de sua concentração e de seu potencial osmótico da mesma, menor na solução III e maior na solução II, respectivamente.

### Número de folhas não aproveitáveis

A análise de variância para número de folhas não-aproveitáveis não apontou diferença significativa para interação entre solução e vazão para o tratamento vazão separadamente. Também não se verificou diferença estatística. No entanto, houve diferenças significativas detectadas pelo teste de Tukey, entre as soluções I e II, em relação à solução

III para tratamento solução isolado

**Tabela 3.** Número de folhas não aproveitáveis das plantas de alface em função da composição da solução nutritiva. Maringá, UEM, 2003.

	Solução		
I	II	III	
2,6 A	2,2 A	1,4 B	
CV% = 18,1			

Médias, em cada solução, seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Considerando que uma folha não-aproveitável é aquela imprópria para o consumo *in natura* e que já se apresenta senescente, quanto menor o número de folhas não-aproveitáveis por planta de alface, maior a qualidade e aproveitamento comercial da cultura. Este é um benefício que o cultivo hidropônico pode atribuir ao cultivo da alface, tendo em vista que as condições mais adequadas, tanto do ponto de vista da nutrição vegetal quanto em relação ao aspecto higiênico e sanitário do meio de cultivo, podem contribuir para retardar o processo de senescência das folhas. É importante, por isso, que esta variável apresente sempre os mais baixos valores possíveis. Do ponto de vista dos conhecimentos de nutrição mineral, o que se poderia prever é que, dentro dos limites existentes para cada cultura, quanto mais baixa fosse a concentração de nutrientes na solução nutritiva, maior seria a chance de ocorrer uma carência mineral, principalmente, de nitrogênio, que, consequentemente, refletiria um número maior de folhas senescentes, isto é, não-aproveitáveis. Neste trabalho, porém, a menor média, apresentada na Tabela acima, é referente a solução III ( $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ ), ou seja, justamente a que possui a menor concentração.

Este resultado pode estar relacionado com o maior número de folhas totais que se comportou de forma semelhante diante do efeito dos tratamentos. Além disso, a solução III, por apresentar uma concentração menor de nutrientes, pode ter contribuído para um número total de folhas menor, o que, consequentemente, repercutiu em um menor número de folhas não aproveitáveis.

### Comprimento do caule

Concluiu-se que, para a interação solução e vazão, não houve diferença significativa, indicando que esses fatores atuam independentemente sobre essa variável. Não houve diferenças estatísticas significativas para o tratamento vazão quando se estudou seu efeito separadamente. Somente o tratamento solução apresentou efeitos significativos, conforme se pode observar no Tabela 12, com a solução I que proporcionou o maior comprimento do caule de forma significativamente diferente das demais soluções.

**Tabela 4.** Comprimento do caule das plantas de alface, em milímetros, em função da composição da solução nutritiva. Maringá, UEM, 2003.

	Solução		
I	II	III	
78,3 A	56,1 B	46,1 B	
CV% = 11,1			

Médias, em cada solução, seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A princípio, para cultura em questão, sob o ponto de vista de produção vegetal, essa variável deve apresentar o menor valor possível, pois o comprimento do caule está relacionado com o pendoamento, isto é, a fase de transição entre o fim do estádio vegetativo e início do estádio reprodutivo. Esse período é fortemente influenciado por fatores ambientais, causadores de estresse, principalmente, temperatura e fotoperíodo. Isso está de acordo com Ledo *et al.* (2000) que afirma que o maior comprimento do caule reflete a pouca adaptação de um cultivar em condições ambientais de cultivo. Segundo Whitaker e Ryder (1974), citado por Conti e Tavares (2000), em condições de temperatura elevada, as plantas passam precocemente da fase vegetativa para a reprodutiva, emitindo inflorescências ou pendões o que provoca uma antecipação da colheita e resultam produtos de qualidade inferior e prejuízos do ponto de vista comercial.

Observando os valores dessa variável (Tabela 12), constatou-se que as plantas cultivadas na solução I foram menos afetadas pela temperatura, que é o agente externo responsável pelo pendoamento precoce na alface.

Em condições ambientais semelhantes, entretanto, as plantas maiores pendoam antes, o que explica o maior comprimento de caule observado para o tratamento solução I, o qual atingiu a maior biomassa fresca e o maior número de folhas.

## Conclusão

Os fatores vazão e composição da solução nutritiva atuam de forma independente e apenas a composição da solução nutritiva influenciou a qualidade da alface. A solução preconizada por Furlani *et al.* (1999) mostrou-se ser mais indicada para a alface cultivar Vera nas condições deste experimento.

## Referências

- ANDRIOLI, J.L. *Olericultura geral: princípios e técnicas*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002.
- BLISKA JUNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. *Cartilha tecnológica de hidroponia*. Campinas: Unicamp, 1996.
- CARMELLO, Q.A.C. *Cultivo hidropônico de plantas*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1996.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A. *Cultivo sem solo - hidroponia*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 1995.
- CONTI, J.H.; TAVARES, F.C.A. Alterações fenotípicas em cultivares de alface selecionadas para o calor. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 159-153, 2000.
- COSTA, P.C. *et al.* Condutividade elétrica da solução da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 595-597, 2001.
- DELLA VECCHIA, P.T. *et al.* Vera: Nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171, 1999.
- FERNANDES, A.A. *et al.* Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.
- FURLANI, P.R. *et al.* *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: IAC, 1999. (Boletim Técnico, 180).
- KOEFENDER, V.N. *Crescimento e absorção de nutrientes pela alface cultivada em fluxo laminar de solução*. 1996. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- LÉDO, F.J.S. *et al.* Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 225-228, 2000.
- MARTINEZ, H.E.P. *Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais*. Jaboticabal: Funep, 1997.
- RODRIGUES, L.R.F. *Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido*. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002.
- SASAKI, J.L.S. Hidroponia. In: SEMANA DA AGRONOMIA, 11., Ilha Solteira. Palestras... Ilha Solteira: Unesp, 1992.
- SOARES, I. *Alface: cultivo hidropônico*. Fortaleza: Editora UFC, 2002.
- SCHMIDT, D. *et al.* Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 122-126, 2001.
- TAVARES, H.L.; JUNQUEIRA, A.M.R. Produção hidropônica de alface cv. Verônica em diferentes substratos. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 240-243, 1999.
- TEIXEIRA, N.T. *Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas*. Guaíba: Agropecuária, 1996.
- VERDONCK, O. *et al.* The influence of the substrate to plant growth. *Acta Horticult.*, Wageningen, v. 126, p. 251-258, 1981.
- WHITAKER, T.W.; RYDER, E.J. *Lettuce production in the United States*. Washington, D.C.: USDA, 1974.

Received on December 02, 2005.

Accepted on December 12, 2006.