

# Avaliação de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva no cultivo de alface em substrato<sup>1</sup>

## Evaluation of the electrical conductivities of the nutritive solution for the lettuce cultivation in substrate

Fabrico Alves Pinto<sup>2</sup>, Vanderly da Silva Feitosa<sup>3</sup>, Valmório Sebastião de Souza<sup>4</sup> e Ismail Soares<sup>5</sup>

### RESUMO

Objetivando avaliar o efeito da condutividade elétrica (CE) no cultivo de alface em substrato, realizou-se no período de 12/01 a 01/02 de 2002, um experimento em casa de vegetação, inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos de CE 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 e 2,0 dS m<sup>-1</sup> e dez repetições. O substrato foi composto de 60% de areia, 20% de casca de arroz e 20% de vermiculita (v/v), acondicionados em vasos de 4 litros. A aplicação de solução nutritiva foi realizada diariamente conforme evapotranspiração. Avaliou o número de folhas, peso fresco e seco das folhas e caules e os teores de N, P, K na parte aérea. O aumento na condutividade elétrica promoveu acréscimos no número de folhas e na matéria fresca e seca das folhas e caules. Os teores de N, P e K nas folhas decresceram com o aumento na condutividade elétrica. Diante dos dados obtidos a CE da solução nutritiva que proporcionou a maior produção de biomassa da alface foi de 1,8 dS m<sup>-1</sup>.

**Termos para indexação:** *Lactuca sativa*, hidroponia, produção.

### ABSTRACT

This work was carried out from jan.12 to feb.01, 2002, of the Department of Soil Sciences at the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil. The experimental design was a randomized complete block with five treatments electrical conductivities values (1,2; 1,4; 1,6; 1,8 and 2,0 dS m<sup>-1</sup>) and ten replications. The substrate composition was 60% sandy, 20% husk rice and 20% vermiculite (v/v), packed in containers of 4 liters. Number of leaves, fresh and dry weight of the leaves and stems and the content of N, P, K in the aerial part was evaluated. The number of leaves and the fresh and dry matter of the leaves and stems increased with each electrical conductivity increment up to 2,0 dS m<sup>-1</sup>. The N, P and K contents of leaves decreased as the electric conductivity increased. It was observed that the highest biomass production was obtained with 1,8 dSm<sup>-1</sup> electric conductivity of growing solution.

**Index terms:** *Lactuca sativa*, hydroponics, production.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 03/12/2003. Aprovado em 07/06/2004.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Bolsista do Departamento de Ciência do Solo. E-mail: fabricoalvespinto@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas. E-mail: Vanderlyps@hotmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas. E-mail: valmoriosouza@ibest.com.br

<sup>5</sup> Prof. Adjunto, UFC - CCA-DCS, Fortaleza- CE. E-mail: ismail@ufc.br

## Introdução

O cultivo de plantas em hidroponia é realizado através de duas técnicas: sem substrato e com substrato. O cultivo sem substrato basicamente utiliza apenas a solução nutritiva como meio de cultivo das plantas, enquanto que, no cultivo com substratos utiliza a solução nutritiva e materiais inertes como meio de cultivo das plantas. Dentre as várias opções de substratos temos areia, cascalho, vermiculita, lã de rocha entre outros (Soares, 2002), os quais, em função de sua maior ou menor retenção de umidade necessita de diferentes metodologias para aplicação de solução nutritiva.

A alface (*Lactuca Sativa L.*), originária do Mediterrâneo, foi uma das primeiras hortaliças cultivadas pelo homem. Atualmente é explorada em todo território nacional, tanto em solo como em sistemas hidropônicos, sendo a principal cultura utilizada em hidroponia no país (Soares, 2002, Lopes et al. 2003).

A produção hidropônica desta hortaliça no Brasil vem ganhando cada vez mais espaço devido a melhor utilização da área, precocidade na colheita, utilização mais eficiente de nutrientes, melhor qualidade do produto, possibilitando ainda o controle de fatores ambientais, que tornam limitantes seu cultivo em determinadas épocas do ano.

No Ceará, a técnica de cultivo hidropônico de alface é recente, com sua produção concentrada na região metropolitana de Fortaleza. Segundo Guazzelli (2000) o cultivo hidropônico de alface neste estado iniciou em 1996, porém a produção de matéria fresca é inferior quando comparada as do sudeste, em função da falta de cultivares adaptadas à região nordeste. Além desses fatores, estudos regionais para maximização da produtividade da alface no sistema hidropônico no nordeste brasileiro é ainda incipiente.

A técnica de hidroponia exige o fornecimento dos nutrientes necessários ao crescimento das plantas de forma adequada e constante, para que se obtenha uma boa produtividade e segundo Faquin et al. (1996), a extração de nutrientes pela alface obedece a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu$ . Entretanto, esta ordem e a magnitude de extração pode ser alterada por diferenças varietais e da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Na perspectiva de se obter a máxima eficiência da cultura, surgiram várias propostas de solu-

ções nutritivas (Ueda, 1990; Furlani, 1995; Castellane e Araújo, 1995; Bernardes, 1997; Martinez, 1997; Soares, 2002), com as mais variadas formulações, sendo que, na sua maioria, procura-se manter tanto a concentração dos nutrientes oferecidos às plantas como a condutividade elétrica da solução nutritiva, com pouca variação de acordo com a idade da planta, época do ano e fatores ambientais.

Para a alface, a CE da solução nutritiva utilizada geralmente oscila entre  $1,6$  a  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$  (Soares, 2002) até  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Castellane e Araújo, 1995). Porém deve-se ressaltar a necessidade de avaliar a melhor CE no cultivo desta hortaliça em cada região brasileira devido às variações ambientais, cultivar utilizado, entre outros fatores, os quais empregados de forma errônea podem comprometer toda a produção.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a condutividade elétrica da solução nutritiva no cultivo de alface em substrato a base de areia, casca de arroz não carbonizada e vermiculita, na região metropolitana de Fortaleza.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de 12/01 a 01/02 de 2002, em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, localizado no campus do Pici, em Fortaleza, CE.

Sementes peletizadas de alface cultivar "Verônica" foram semeadas em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo como substrato vermiculita, colocando-se uma semente por célula. Até o quarto dia após a emergência das plântulas, as irrigações eram efetuadas duas vezes ao dia com água. No quinto dia após a emergência, as bandejas foram transferidas para solução nutritiva com CE de  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 1) e, cultivada por quinze dias no sistema floating. Após este período, duas plantas foram transplantadas para vasos contendo 4 litros de substrato, composto da mistura, com base em volume de 60% de areia, 20% casca de arroz não carbonizada e 20% de vermiculita.

Após o transplante, as plantas foram irrigadas duas vezes ao dia, com soluções nutritivas, de diferentes composições de macronutrientes, com base na CE (Tabela 1), aplicando volume de solução nutritiva equivalente a quantidade evapotranspirada.

**Tabela 1** - Condutividade elétrica da solução nutritiva e concentração de macronutrientes.

Nutrientes	CE (dS m <sup>-1</sup> )				
	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	mmol L <sup>-1</sup>				
Ca	1,36	1,74	2,03	2,39	2,49
N-NO <sup>-3</sup>	4,77	6,04	7,12	8,38	8,74
N-NH <sup>+4</sup>	0,34	0,42	0,50	0,59	0,62
K	1,58	1,97	2,36	2,78	2,90
P	0,29	0,36	0,44	0,51	0,54
Mg	0,47	0,59	0,70	0,83	0,86
S	0,47	0,58	0,69	0,82	0,85

As soluções nutritivas utilizadas na irrigação das plantas foram preparadas utilizando-se quatro soluções estoque, a partir das quais, foram feitas as diluições em 50 litros de água, de forma a obter as CEs de 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 e 2,0 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 1). Após o ajuste das CEs, foram adicionados 25 mL da solução de Fe-EDTA e 12,5 mL de solução estoque de micronutrientes, obtendo as concentrações em mmol L<sup>-1</sup> de 89,54; 18,20; 3,46; 3,14; 0,81 e 0,75, para Fe, Mn, Zn, B, Mo e Cu, respectivamente.

Para o preparo das soluções estoque dos fertilizantes como fontes de macronutrientes pesou-se 500 g de nitrato de cálcio, 250 g de nitrato de potássio, 150 g de fosfato monoamônio e 400 g de sulfato de magnésio, dissolvidos em água e ajustado o volume para 1000 mL para cada fertilizante. Para os micronutrientes utilizou uma solução estoque contendo os seguintes sais: 0,5 g de sulfato de zinco heptahidratado, 0,1 g de sulfato de cobre pentahidratado, 2,0 g de sulfato de manganês, 2,0 g de ácido bórico e 0,1 g de molibdato de sódio dihidratado, dissolvidos separadamente em água e após a mistura, completou-se o volume para 250 mL. Como fonte de ferro, utilizou uma solução estoque de Fe-EDTA contendo 25 g de sulfato ferroso heptahidratado, 33,25 g de EDTA disódico e 5,8 g de hidróxido de sódio, dissolvidos separadamente em água e, após a mistura, completou-se o volume para 500 mL.

Os tratamentos de solução nutritiva foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com dez repetições, sendo que cada vaso constituiu uma repetição.

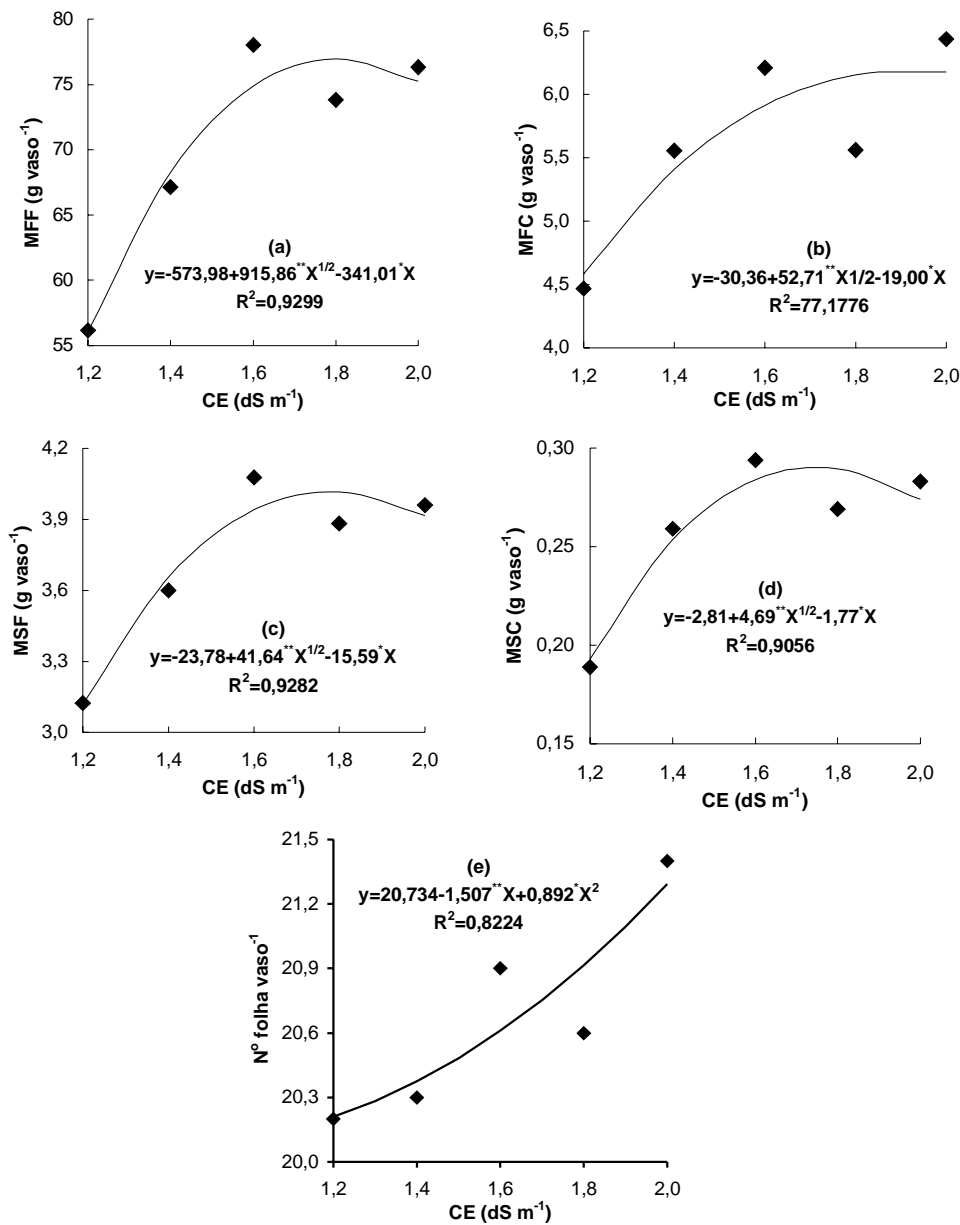
As plantas foram coletadas 21 dias após o transplante e avaliou o número de folhas, peso fresco das folhas e caules. Após secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65°C, por 72 horas, as folhas e caules foram pesados para determinação

do peso seco. A seguir, foram triturados em moinho tipo Willey, mineralizados e determinado os teores de N, P e K na parte aérea, conforme descrito pela EMBRAPA (1999). As características avaliadas foram analisadas estatisticamente pelo programa SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

## Resultados e Discussão

O aumento na CE da solução nutritiva promoveu acréscimos na produção de matéria fresca das folhas (MFF) e do caule (MFC), atingindo a máxima produção nas CEs de 1,80 e de 1,92 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1a e b). A partir destes valores de CE, a produção de matéria fresca de folhas e caules foi reduzida, estando de acordo com os resultados apresentados por Silva et al. (2000), que observaram decréscimo na produção relativa de alface, a qual, foi influenciada pelo efeito salino do solo.

As produções de matéria fresca da parte aérea das plantas obtidas neste experimento foram inferiores às encontradas por Guazzelli (2000) e Schimidt et al. (2001) e superior às obtidas por Tavares e Junqueira (1999), os quais utilizaram a técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT). A máxima produção de matéria seca das folhas (MSF) e do caule (MSC), foi obtida com as CEs da solução nutritiva de 1,78 e 1,75 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1c e d). Os valores encontrados foram inferiores aos obtidos por Schimidt (2001), trabalhando com várias soluções nutritivas em NFT. Deve-se ressaltar, que o referido autor desenvolveu seu experimento na região sul do país, em condições climáticas mais adequada para o desenvolvimento desta hortaliça.



**Figura 1** - Produção de matéria fresca das folhas (a) e caule (b); produção de matéria seca das folhas (c), caule (d); número de folhas (e), em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. \*, \*\* Coeficientes da equação de regressão significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

As CEs da solução nutritiva que proporcionaram a máxima produção de matéria fresca e seca das folhas e matéria seca do caule foram inferiores à CE proposta por Castellane e Araújo (1995), porém semelhantes às de Soares (2002), o qual, sugere CE da solução nutritiva entre 1,6 a 1,8 dS m<sup>-1</sup> para o cultivo de alface em sistema hidropônico nas regiões de clima quente.

A baixa produção de matéria fresca e consequentemente da matéria seca, pode estar relacionada

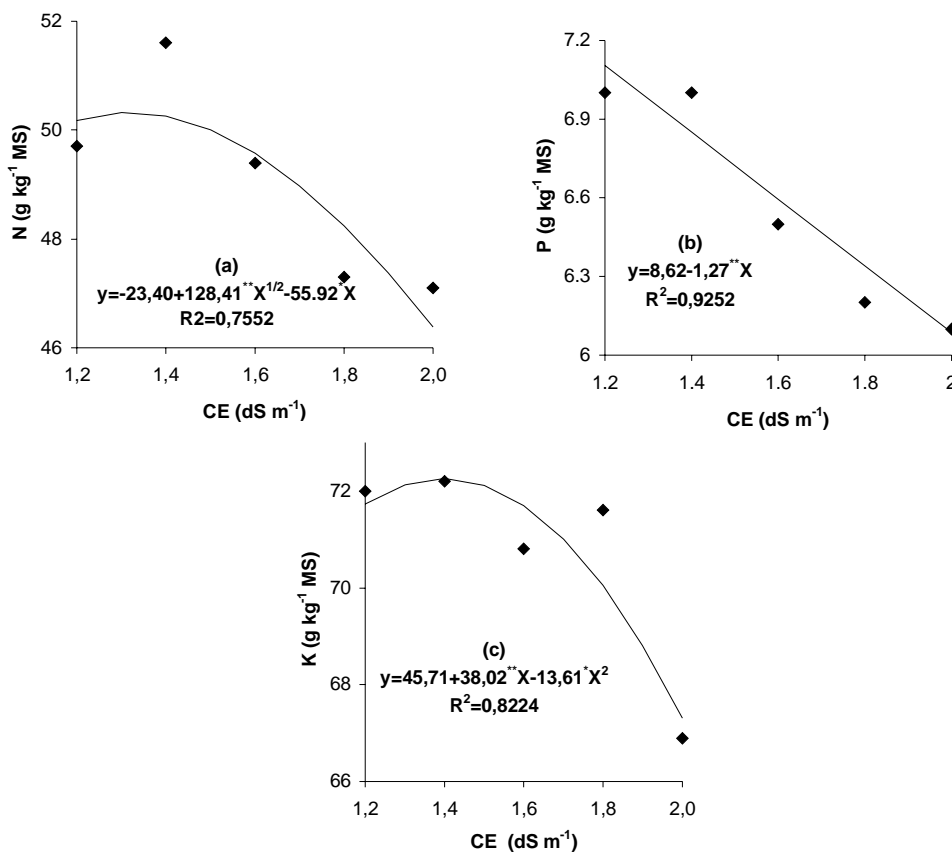
a efeitos negativos ocasionados pela alta temperatura e luminosidade. A alface, sendo originária de regiões temperadas é bastante sensível a estes fatores, os quais reduzem o ciclo vegetativo e consequentemente, promovem decréscimo no rendimento da cultura, entretanto, é possível obter variedades mais adaptadas às regiões de alta temperatura e luminosidade. Duarte (1992) citam vários trabalhos de âmbito nacional, em que pesquisadores avaliando o comportamento de cultivares de alface em várias

regiões brasileira, observaram diferenças no desenvolvimento dos materiais utilizados em cada região estudada. Por sua vez, Rocha et al. (2000) observaram aumento em até 25% na produtividade de alface na região de Mossoró – RN, com redução da luminosidade. Enquanto que Queiroga et al. (2000), trabalhando na mesma região, relatam queda na produtividade ocasionada pelo florescimento precoce de alface, em função de altas temperaturas.

O número de folhas por planta aumentou com o acréscimo na CE da solução nutritiva (Figura 1e), sendo semelhante aos obtidos por Tavares e Junqueira (1999) e Guazzelli (2000), os quais culti-

varam alface em sistema hidropônico NFT em Brasília e na região metropolitana de Fortaleza, respectivamente. Entretanto, quando comparado com o cultivo em solo na região nordeste, o número de folhas por planta obtido neste experimento foi inferior aos encontrados por Duarte (1992) e Andrade et al. (1992).

Os teores de N, P e K nas folhas de alface decresceram com o aumento na CE da solução nutritiva (Figura 2a, b e c), porém, estão dentro das faixas consideradas como adequada por Raji et al. (1997), podendo sugerir que o fator que limitou a produção da alface foi a temperatura do ambiente.



**Figura 2** - Teores de nitrogênio(a), fósforo(b) e potássio(c) na parte aérea de alface em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. \*,\*\* Coeficientes da equação de regressão significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os teores de N, P, K obtidos neste experimento foram superiores aos encontrados por Tavares e Junqueira (1999) trabalhando com o mesmo cultivar, enquanto que Lopes et al. (2003) utilizando diferentes cultivares de alface em sistema NFT com solução nutritiva com CE entre 2,0 a 2,2 dS m<sup>-1</sup>, obtiveram teores de K semelhantes e de N e P infe-

riores aos obtidos neste experimento.

A CE da solução nutritiva que proporcionou os maiores teores de N e K na parte aérea foi de 1,40 e 1,32 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. O decréscimo nos teores de N, P e K pode ser atribuído ao efeito de diluição dos nutrientes na planta, em função da maior produção de biomassa das mesmas com o aumento da CE.

## Conclusão

A CE da solução nutritiva que proporcionou a maior produção de biomassa da parte aérea, para o cultivo de alface em substrato foi de 1,8 dS m<sup>-1</sup>.

## Referências Bibliográficas

- ANDRADE Jr., A. S.; DUARTE, R. L. R.; RIBEIRO, V. Q. Resposta de cultivares de alface a diferentes níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2, n.10, p.95-97, 1992.
- BERNARDES, L. J. L. **Hidroponia da alface – uma história de sucesso**. Charqueada: Estação Experimental de Hidroponia “Alface e Cia”. 1997. 135p.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. de. **Cultivo sem solo – hidroponia**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 43p.
- DUARTE, R. L. R. Avaliação de cultivares de alface nos períodos chuvoso e seco em Teresina, PI. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.2, n.10, p.106-108, 1992.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA. 1999. 370p.
- FAQUIN, P. R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia**. Lavras: UFLA. 1996. 50p. (Apostila)
- FURLANI, P. R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 1995. 18p.
- GUAZZELLI, E. S. **Cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT**. 2000. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- LOPES, M. C.; FREIER, M.; MATTE, J. C.; GATNER, M.; FRANZENER, G.; NOGAROLLI, E. L.;
- MARTINEZ, H. E. P. **Formulações de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal: FUNEP. 1997. 31p.
- QUEIROGA, R. C. F. de; NETO, F. B.; MARIA, Z. N. Cultivares e tipos de tela de sombreamento na produção de alface sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.18, p.540-541, 2000. Suplemento.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Â. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Fundação IAC. 1997. 285p.
- ROCHA, R. C. C.; NETO, F. B.; NEGREIROS, M. Z. de; VILLAS BOAS, M. M. de. Tipos e alturas de telas de sombreamento na produção de alface sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.18, p.500-501, 2000. Suplemento.
- SCHIMIDT, D.; SANTOS, O. S.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; MARIANI, O. A.; MANFRON, P. A. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.19, n.2, p.122-124, 2001.
- SILVA, Ê. F. F.; DUARTE, S. N.; FERREIRA, Y. R. P.; MIRANDA, J. H. Tolerância da cultura de alface à salinidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.788-789, junho 2000. Suplemento.
- SOARES, I. **Alface; cultivo hidropônico**. Fortaleza: Editora UFC. 2002. 50p.
- TAVARES, H. L.; JUNQUEIRA, A. M. R. Produção hidropônica de alface cv. Verônica em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.240-243, 1999.
- UEDA, S. **Hidroponia: guia prático**. São Paulo: Agroestufa. 1990. 50p.