

## PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE ALFACE EM DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS APLICADAS EM DUAS VAZÕES

Celso Helbel Junior<sup>1</sup>, Roberto Rezende<sup>2</sup>, Paulo Sérgio<sup>2</sup> Lourenço de Freitas<sup>2</sup>, Antonio Carlos Andrade Gonçalves<sup>2</sup>, José Antonio Frizzone<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Aluno do programa de pós-graduação em Produção Vegetal, PGA/UEM, Maringá –PR, Fone: (0XX14) 3265.5504, e-mail: [jhelbel@ibest.com.br](mailto:jhelbel@ibest.com.br)

<sup>1</sup> Prof. Dr., Departamento de Agronomia, DAG/UEM, Maringá - PR

<sup>1</sup> Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba – SP.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa-PB

**RESUMO:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na unidade de pesquisa em agricultura irrigada da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de diferentes soluções nutritivas aplicadas em duas vazões na produção hidropônica da alface (*Lactuca sativa* L.), cultivada pelo sistema NFT (Técnica do Fluxo de Nutrientes). Os tratamentos constaram de três soluções nutritivas com concentrações diferentes (Solução 1=1,2 dS.m<sup>-1</sup>, Solução 2=2,5 dS.m<sup>-1</sup> e Solução 3=0,8 dS.m<sup>-1</sup>) combinadas com duas vazões de aplicação (Vazão 1=1,2 L.min<sup>-1</sup> e Vazão 2=0,8 L.min<sup>-1</sup>) nos canais de cultivo. 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. A análise dos resultados permitiu concluir que os fatores solução e vazão não apresentaram interação significativa e que os maiores valores avaliados de biomassa fresca e diâmetro do caule foram obtidos no tratamento solução 1 (CE= 1,2 dS.m<sup>-1</sup>).

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa* L., soluções nutritivas, vazões e NFT.

### HIDROPONIC PRODUCTION OF LETTUCE IN DIFFERENT APPLIED NUTRITIOUS SOLUTIONS IN TWO FLOW

**SUMMARY:** The experiment was conducted in greenhouse in the unit of research in irrigated agriculture of the State University of Maringá. The purpose in this work was to study the effect of the different nutrient solutions applied in two outflows in the hydroponic yield of the lettuce (*Lactuca sativa* L.), cultivated by the system NFT (Nutrient Film Technique). The treatments consist of three nutrient solutions with different concentrations (Solution 1=1,2dS.m<sup>-1</sup>, Solution 2=2,5dS.m<sup>-1</sup> e Solution 3=0,8dS.m<sup>-1</sup>) combined with two outflows of application (Outflow 1=1,2 L.min<sup>-1</sup> and Outflow 2=0,8 L.min<sup>-1</sup>) in the canals of cultivation. So were composed the following treatments: S1V1 – Nutrient solution 1 applied in outflow 1, S1V2 – Nutrient solution 1 applied in outflow 2, S2V1 – Nutrient solution 2 applied in outflow 1, S2V2 - Nutrient solution 2 applied in outflow 2, S3V1 - Nutrient solution 3 applied in outflow 1, S3V2 - Nutrient solution 3 applied in outflow 2. The analysis in results permit to conclude that the nutrient solution and outflow do not show significant interaction and that the largest values evaluated of biomass fresh and diameter of stem was obtained in treatment solution 1 (CE= 1,2 dS.m<sup>-1</sup>).

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa* L, Nutrient solutions, Outflow and NFT.

**INTRODUÇÃO:** A alface é a hortaliça folhosa mais consumida pelos brasileiros e o seu cultivo hidropônico apresenta-se como uma alternativa de controle das condições adversas de clima. A hidroponia consiste na técnica de cultivo de plantas em solução nutritiva sem a utilização de solo, na ausência ou na

---

presença de substratos naturais ou artificiais. Nesta forma de cultivo é imprescindível conhecer os aspectos nutricionais e de manejo das plantas. Alguns destes aspectos relevantes são: a composição da solução nutritiva e a vazão de aplicação desta solução que melhor se adequem à espécie cultivada e as condições locais de produção. ANDRIOLO (2002) afirma que a solução nutritiva é o elemento essencial na hidroponia sem substrato, pois dela depende inteiramente o crescimento da cultura e ela deve conter todos os nutrientes minerais exigidos pelas plantas e também o oxigênio indispensável para a respiração das raízes. Porém, não existe uma formulação considerada ideal, pois estão envolvidos um número considerável de variáveis e suas interações (RODRIGUES, 2002). A solução nutritiva é composta em grande parte por elementos metálicos e o nível estimado da concentração desses nutrientes pode ser obtido medindo-se a capacidade desta solução em conduzir corrente elétrica chamada condutividade elétrica (CE)(STAFF, 1998). Para alface, a CE da solução nutritiva utilizada geralmente oscila entre 1,6 a 1,8 dS.m<sup>-1</sup>(Soares, 2002) até 2,5 dS.m<sup>-1</sup> (CASTELLANE e ARAÚJO, 1995). Entretanto, há a necessidade de avaliar a melhor CE no cultivo desta hortaliça em cada região brasileira devido às variações ambientais, cultivar utilizado, entre outros fatores. Assim, o presente trabalho teve por objetivo estudar a produção de alface hidropônica em função da composição da solução nutritiva e vazões.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no período compreendido entre 31 de julho a 04 de setembro de 2003, em casa de vegetação, na unidade de pesquisa em agricultura irrigada da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá – PR. A casa de vegetação utilizada foi uma estufa do tipo semi-arco com cobertura de polietileno de (150µm), 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, que caracteriza-se pela aplicação e passagem de lâminas de soluções nutritiva nos canais de cultivo entre as raízes das plantas, com frequência 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. No interior da estufa foram construídas três bancadas de cultivo para abrigar os tratamentos testados, com um desnível de 2% a partir do início da injeção da solução. Cada bancada era constituída de 6 canais de cultivo com 5 cm de profundidade propiciando espaçamento de 30 cm entre plantas nos canais e 22 cm entre plantas de canais distintos. No armazenamento das soluções nutritivas testadas utilizou-se 3 reservatórios, instalados abaixo do nível das bancadas de cultivo das plantas, permitindo assim, o retorno da solução nutritiva por gravidade. Foram medidos diariamente a condutividade elétrica e o pH das soluções testadas. O sistema de bombeamento da solução nutritiva do reservatório foi composto por uma bomba de 32 W de potência, instalada de forma afogada e acionada por meio de um temporizador (timer). A cultivar de alface utilizada foi Vera. 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. 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 dS.m<sup>-1</sup>, solução 2 (S) apresentando CE=2,5 dS.m<sup>-1</sup> e solução 3 (S3) apresentando CE=0,8 dS.m<sup>-1</sup> – 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). As concentrações de nutriente podem ser verificadas nas tabelas I e 2.

Tabela 1 - Concentrações de macronutrientes da solução básica (g.dm<sup>-3</sup>) para o cultivo hidropônico de alface

	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Ca	Mg	S
<b>Sol. 1</b>	174	24	32,7	193	183	39,4	52
<b>Sol. 2</b>	208	28,5	32,7	232	292,8	49,3	66
<b>Sol. 3</b>	86,8	7,9	10,9	155	58	12	16

Tabela 2 - Concentrações de micronutrientes da solução básica ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) para o cultivo hidropônico de alface.

	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Zn</b>
<b>Sol. 1</b>	0,3	0,04	3,6	0,3	0,08	0,11
<b>Sol. 2</b>	0,5	0,01	3,6	0,4	0,07	0,02
<b>Sol. 3</b>	0,2	0,02	3,6	0,2	0,007	0,02

Para preparar cada solução utilizou-se como fontes dos nutrientes os seguintes sais fertilizantes: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, map, sulfato de Mg, cloreto de cálcio, sulfato de Zn, sulfato de Mn, sulfato de Cu, Molibdato de Na, ácido bórico e Fé-EDTA. As plantas foram colhidas 35 dias após o transplante das mudas. Foram avaliadas as variáveis biomassa fresca da parte aérea e diâmetro do caule. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial  $3 \times 2$ , composto por três soluções nutritivas e 2 vazões de aplicação, com 3 repetições, sendo 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.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO: Biomassa fresca:** Não houve interação significativa entre os fatores solução e vazão para esta variável, indicando que estes fatores atuam independentemente. Também não houve efeito significativo para o fator vazão quando o mesmo foi estudado isoladamente. A solução 1 teve um efeito diferente e significativo na biomassa fresca de cada planta, apresentando o maior valor para esta variável (vide tabela 3). Essa diferença pode estar relacionada com o menor potencial osmótico da solução 1 em relação a 2, considerando que esta tem uma menor condutividade elétrica, o que pode proporcionar uma melhor absorção dos nutrientes. Segundo RODRIGUES (2002) quanto maior a presença de sais dissolvidos na água (solução), maior a pressão osmótica e menor a tendência da solução penetrar nas raízes e, a partir de uma certa quantidade de sais (alta salinidade), a tendência é invertida, ou seja, a água passa a sair das raízes, provocando a sua morte.

Tabela 3 - Biomassa fresca das plantas de alface, em grama, em função da composição da solução nutritiva. Maringá, UEM, 2003.

	Solução		
	1	2	3
	413,4 A	310,9 B	267,9 B
CV% = 12,8			

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

A solução 1 ( $1,2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ), comparada com a solução 3 ( $0,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ), apresentou maior biomassa fresca, possivelmente pelo fato de que apenas a disponibilidade dos elementos minerais na rizosfera não é suficiente; mas é preciso que estes se apresentem nas concentrações e relações adequadas, principalmente no cultivo hidropônico onde a deficiência ou a toxidez de um determinado nutriente mineral se apresenta mais rapidamente do que no solo, pois a inércia química do solo é maior do que na solução nutritiva. Conforme FURLANI *et al.* (1999), em se tratando de cultivos hidropônicos, a absorção de água e nutrientes pelas plantas é proporcional à concentração de nutrientes na solução próxima às raízes. Portanto, a menor produção de biomassa fresca para solução 3 pode ser consequência da carência de nutrientes minerais na sua composição, verificada através de sua menor condutividade elétrica. A produção de biomassa fresca por planta de alface obtida com a solução 1 (413,4 g por planta) merece destaque e mostrou-se superior aos encontrados por KOEFENDER (1996) e VAZ & JUNQUEIRA (1998) que, produzindo alface em sistema NFT, obtiveram, respectivamente, médias de 207,8 g, 183,4 g e 295,8 g de biomassa fresca por planta, apesar da cultivar ser Verônica. Sob o aspecto econômico, o melhor desempenho de uma solução com menor concentração total de nutrientes implica diretamente num menor custo de produção, considerando que os sais fertilizantes utilizados na hidroponia são originados de matérias primas importadas e, por conseguinte onerosas no custo de produção, tendo em vista o caráter intensivo desta forma de cultivo. **Diâmetro do Caule:** Os tratamentos solução e vazão não se mostraram

interdependentes para a variável diâmetro do caule das plantas de alface tendo em vista que não apresentou diferença significativa entre as médias. O mesmo resultado foi verificado para o fator vazão. No entanto, o fator solução influenciou significativamente esta variável (Tabela 4).

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

Solução		
1	2	3
26,0 A	21,7 B	23,3 B

CV% = 4,5

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

Observando a tabela 4, é importante discutir para entender melhor as diferenças encontradas entre a solução 1 e as soluções 2 e 3, que o diâmetro do caule correlaciona-se com a área foliar, ou seja, com a área transpiratória, pois o maior diâmetro está relacionado com uma maior vascularização da planta. Portanto, a maior concentração da solução 2 pode ter restringido a absorção de água e com isso a planta reduziu a área transpiratória e isso repercutiu numa menor desenvolvimento do sistema vascular. Enquanto que a menor concentração da solução 3 pode ter sido nutricionalmente insuficiente, principalmente de nitrogênio na forma nítrica que desempenha papel importante como soluto osmoticamente ativo no processo de alongamento celular, o que influencia a área foliar e, conseqüentemente, a vascularização.

**CONCLUSÕES:** Considerando as condições experimentais, pode-se concluir que os fatores vazão e composição da solução nutritiva foram independentes e que apenas a composição da solução nutritiva influenciou o crescimento da alface, sendo a solução 1 (1,2 dS.m<sup>-1</sup>) a mais indicada para a alface cultivar Vera.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRIOLO, J.L. **Olericultura geral**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002. 158 p.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A. de. **Cultivo sem solo-hidroponia**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 43p.

FURLANI, P.R.; Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, v.48I, p.777-778, 1999.

KOEFENDER, V.N. **Crescimento e absorção de nutrientes pela alface cultivada em fluxo laminar de solução**. Piracicaba, 1996. 85p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

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. 762p.

STAFF, H. **Hidroponia**. 2ed. Cuiabá:SEBRAE/MT, 1998.

VAZ, R.M.R.; JUNQUEIRA, A.M.R. Desempenho de três cultivares de alface sob cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.16, n.2, p.178-189, nov. 1998.