

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE RESFRIAMENTO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM CULTIVO HIDROPÔNICO DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

**Eline Paula Figueira Cazaroti<sup>1</sup>, Diene Maria Bremenkamp<sup>2</sup>, Leonardo Raasch Hell<sup>1</sup>, Gabriel Passos<sup>1</sup>, Karla Galon<sup>2</sup>, Mathias Stinghel<sup>1</sup>, Fernando Maximiliano Pereira<sup>1</sup>, Nilton Nélio Cometti<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina Setor do Horticultura – BR 259 Km 70 – 29709-910 – Colatina – ES – elinepaulafigueira@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Alto Universitário, s/n, CP 16, 29500-000 Alegre-ES, dienemkamp@yahoo.com.br, karla\_galon@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Brasília, SEPN 504, Bloco A, 3º Andar, Edifício Ana Carolina, 70730-521 Brasília-DF, nilton@niltoncometti.com.br.

**Resumo-** O presente trabalho teve como objetivo desenvolver, estudar e avaliar o resfriamento no cultivo hidropônico da alface. O experimento foi realizado em um sistema hidropônico do tipo NFT, com um sistema de resfriamento inédito, que reproduz condições diferenciadas de temperatura de solução nutritiva nos vários tratamentos, 22 a 32°C. Quarenta e cinco dias após o plantio foi realizada a colheita, nas plantas coletadas foram avaliados: massa fresca da parte aérea, número de folhas e massa seca da parte aérea. Devido a temperatura média do ar baixa durante a execução do experimento, nenhuma das variáveis analisadas foi significativa ao nível de 5% pelo teste F. O sistema de resfriamento necessita de alguns ajustes para um desempenho excepcional, porém atende a expectativa da equipe de trabalho. Elaborado com equipamentos caseiros e de baixo custo, torna-se uma alternativa viável para os hidroponicultores da região de clima tropical, na época mais quente do ano.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., hidroponia, resfriamento

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

A hidroponia é a técnica de produção de alimentos sem o uso do solo, onde as plantas retiram os nutrientes, a água e o oxigênio de uma solução nutritiva. No Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico, predominando o sistema NFT (técnica de nutrientes em filme), ou fluxo laminar de nutrientes (FURLANI et al., 1999). No estado do Espírito Santo há 11 hidroponias em funcionamento, três voltadas para pesquisa no Instituto Federal do Espírito Santo (Campi Itapina, Rive e Santa Teresa) e as demais para a produção comercial, localizadas nos municípios de Domingos Martins, Venda Nova do Imigrante, Marechal Floriano, João Neiva, Linhares e São Mateus, totalizando 12 ha de estufas hidropônicas no estado (BREMENKAMP, et al., 2011).

A alface é a hortaliça mais cultivada neste sistema, representando 80% da produção hidropônica total (FURLANI, 1999), devido à facilidade de cultivo, grande demanda pelo mercado e redução do período de cultivo (GUALBERTO et al., 1999). Em ambiente tropical, possui um ciclo em torno de 70 dias em cultivo convencional, enquanto pode chegar a 40 dias em

hidroponia (COMETTI et al. 2008). Segundo Ohse et al (2001), a melhor aparência visual, a maior durabilidade e a facilidade de limpeza têm contribuído para aumentar o consumo e a produção desta hortaliça no mercado consumidor.

Em locais de clima tropical, no qual ocorrem altas temperaturas e grande incidência de luz, normalmente há diminuição no crescimento de plantas de clima ameno se a temperatura da zona radicular não for controlada. O resfriamento da solução nutritiva tem apresentado resultados satisfatórios no aumento da produtividade de morangueiro (MARY, 2004; VILLELA JÚNIOR et al., 2004) e na cultura do pimentão (DODD et al., 2000). Além da produtividade, há possibilidade de melhoria na qualidade da alface em função do controle de temperatura.

O resfriamento da solução nutritiva pode ser uma alternativa viável em relação ao controle da ambiência da casa de vegetação (estufa), visto que o custo energético é bem menor. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver, estudar e avaliar o resfriamento no cultivo hidropônico da alface.

## Metodologia

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no setor de Horticultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, localizado às margens da rodovia BR 259 km 70, município de Colatina/ES. Região Noroeste do Espírito Santo, nos meses de maio e junho de 2011. A região caracteriza-se por predominar o clima tropical seco do tipo Aw, com altitude de 70 m, latitude 19° 30' Sul e longitude 40° 20' Oeste. Durante o cultivo a temperatura variou de 17 a 29 °C e fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) variou de 30 a 500 m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. O sistema de cultivo utilizado é composto de quatro bancadas de 3 m de comprimento, contendo oito canais de cultivo hidropônico com 75 mm de diâmetro, espaçados em 25 cm com dez plantas cada. Dois canais laterais atuaram como bordadura, enquanto os seis internos foram os seis tratamentos. O sistema é composto de sete sub-sistemas hidropônicos independentes, compostos de um reservatório de solução nutritiva com 50L e conjunto motobomba de 1/3 CV para cada um.

A solução nutritiva foi conduzida até os canais de cultivo através de conjuntos motobombas acionadas por “timers”, onde retornou para os reservatórios de polietileno, a partir do qual foi novamente bombeada. Formando assim um sistema fechado. Seis sub-sistemas foram utilizados para os tratamentos e um para a bordadura. A tubulação de recalque e de retorno da solução foi independente para cada canal, permitindo a aleatorização total dos tratamentos em cada uma das quatro bancadas (que funcionam como quatro repetições).

O sistema de resfriamento adicionado é inédito, que reproduz condições diferenciadas de temperatura de solução nutritiva nos vários tratamentos, com o abaixamento da temperatura nas horas quentes do dia, controlando sua temperatura máxima. O grande diferencial do sistema é seu baixo custo por aproveitar elementos domésticos para a construção. Um freezer horizontal foi utilizado como resfriador de uma solução refrigerante, de álcool etílico diluído a 25% (ponto de congelamento = -14,72 °C). Foi instalada uma bomba centrífuga para o recalque do líquido refrigerante, que é distribuído por uma linha de tubulação especial de PVC aquaterm® e passa por uma serpentina de mangueira flexível de borracha, com retorno para o freezer por tubulação de PVC. O sistema de automação para o controle de temperatura utilizará sensores de temperatura Pt100, PLC para o acionamento das válvulas de controle de fluxo do líquido refrigerante (Figura 1). Foram instalados controladores de temperatura utilizados comumente em sistemas de

refrigeração com sensores NTC, cuja função será o acionamento das válvulas de controle (solenóides) de fluxo do líquido refrigerante.

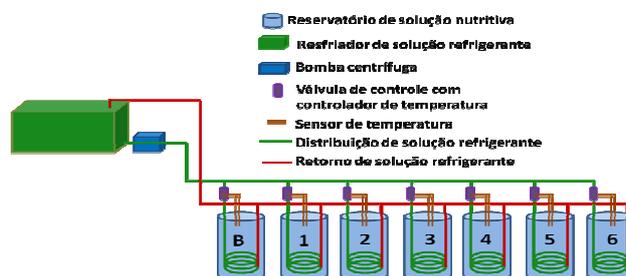


Figura 1. Desenho esquemático do sistema de resfriamento da solução nutritiva nos reservatórios (B – bordadura, números de 1 a 6 – tratamentos).

O experimento realizado teve diferentes tratamentos de temperatura máxima da solução e condutividade elétrica (CE), descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Temperatura e condutividade elétrica dos tratamentos. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

Tratamentos	Experimento	
	Temp. (°C)	CE (dS m <sup>-1</sup> )
<b>Bordadura</b>	<b>Sem tratamento</b>	<b>Sem tratamento</b>
1	24	1,25
2	26	1,25
3	28	1,25
4	30	1,25
5	32	1,25

Sementes de alface cultivar Vitória de Santo Antão foram semeadas em espuma fenólica, irrigadas por cinco dias apenas com água. As células foram destacadas e transplantadas para os canais de cultivo. As irrigações foram intermitentes, com 15 minutos de bomba ligada e 15 minutos desligada. Realizaram-se correções diárias da concentração da solução por reposição com soluções estoques, a partir da leitura de condutividade elétrica.

Foram monitoradas diariamente as variáveis ambientais (temperatura, fluxo de fótons fotossintéticos (FFF), radiação global e umidade relativa do ar), por meio de sensores ligados a um datalogger.

Quarenta e cinco dias após a semeadura (DAS) foi realizada a coleta final das plantas e foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca da parte aérea, número de folhas e massa seca da parte aérea. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e a análise estatística realizada através de ANOVA e

comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Também foram avaliados os custos dos equipamentos necessários para a montagem do sistema de resfriamento (Tabela 2).

Tabela 2: Descrição e valores gastos com equipamentos do sistema de resfriamento de solução nutritiva em cultivo hidropônico. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

Produto	Qtd.	Valor unit. (r\$)	Valor total (r\$)
Motobomba de 1/3 CV	07	180,00	1260,00
Solenóide	07	16,00	112,00
Freezer 300 L	01	800,00	800,00
Tubos de Polietileno (m)	11,11	2,00	22,22
Serpentina de Mangueira Flexível de Borracha (m)	63	4,50	283,50
Reservatório de Solução Nutritiva com 50 L	07	50,00	350,00
Tubulação PVC (m)	19,34	4,50	87,03
Controladores de Temperatura, Sensores NTC.	07	90,00	630,00
<b>TOTAL</b>			<b>3554,75</b>

## Resultados

Para as variáveis analisadas: massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NFOL) e massa seca da parte aérea (MSPA) não houve diferença significativa entre as temperaturas máximas de solução nutritiva utilizada (Tabela 3).

Tabela 3: Variáveis morfológicas da alface (Vitória de Santo Antão) em cultivo hidropônico em função do resfriamento na solução nutritiva. Massa fresca da parte aérea (MFPA); número de folhas (NFOL) e massa seca da parte aérea (MSPA). Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

TEMP (°C)	MFPA (g)	NFOL	MSPA (g)
24	236,7 <sup>ns</sup>	39,2 <sup>ns</sup>	10,4 <sup>ns</sup>
26	256,7	40,8	10,9
28	261,0	36,2	9,8
30	241,7	39,2	10,5
32	243,2	39,0	10,4

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

## Discussão

Sanches et. al (2005) trabalhando com resfriamento de solução nutritiva (15 e 5°C) através de trocadores de calor, observaram que as plantas de alface apresentaram um melhor desenvolvimento quando cultivadas com a solução nutritiva a temperatura ambiente (24,9 °C), semelhante a temperatura média observada durante o experimento (23 °C).

Entretanto, Hell et al. (2011) avaliando o comportamento da alface Vitória de Santo Antão com diferentes temperaturas máximas de solução nutritiva e condutividades elétricas nos meses de novembro e dezembro, observaram que o controle de temperatura foi eficiente para melhorar a produtividade das plantas, reduzindo os efeitos do aumento da condutividade elétrica, independente da temperatura da parte aérea, o que também foi observado por Vilela Júnior et. al (2004) onde o resfriamento da solução nutritiva promoveu maior número de pseudofrutos colhidos e maior produtividade para o morangueiro variedade "Sweet Charlie".

Quando a temperatura média do ar gira em torno de 23°C a 25 °C não se justifica o resfriamento da solução nutritiva, pois há temperaturas menores no sistema radicular. Quando a temperatura do ar se encontra favorável o resfriamento da solução nutritiva afeta o desenvolvimento da planta, conforme Sanches et. al (2005), no qual observaram que plantas que receberam solução nutritiva resfriada apresentaram menor número de folhas e um menor diâmetro de cabeça, do que plantas que receberam solução nutritiva a temperatura ambiente. Portanto, devido a temperatura média do ar baixa durante a execução do experimento, nenhuma das variáveis analisadas foi significativa ao nível de 5% pelo teste F.

## Conclusão

Nenhuma das variáveis analisadas foi significativa ao nível de 5% pelo teste F, devido a baixa temperatura média do ar durante a execução do experimento.

O sistema de resfriamento necessita de alguns ajustes para um desempenho excepcional, porém atende a expectativa do trabalho. Elaborado com equipamentos caseiros e de baixo custo, torna-se uma alternativa viável para a pesquisa em cultivo hidropônico em sistema NFT da região de clima tropical para estudos com temperatura da solução nutritiva.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação e ao Setor de Horticultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina pelo suporte para a realização do trabalho.

## Referências

- BREMENKAMP, D.M., GALON, K., COMETTI, N.N. Localização e caracterização dos sistemas de cultivo hidropônico do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. **Anais...** Viçosa: ABH. 2011.

- COMETTI, N. N., MATIAS, G.C. S.M., ZONTA, E., MARY, W., FERNANDES, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico – sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 252 - 257, 2008.

- DODD, L.C.; HE, J.; TURNBULL, C.G.N.; LEE, S.K.; CRITCHLEY, C. The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Capsicum annum* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, n.343, p.239-48, 2000.

- FURLANI P.R., SILVEIRA L.C.P.; BOLONHEZI D.; FAQUIN V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52 p. (Boletim técnico, 180).

- FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 481, p. 777-778, 1999.

- GUALBERTO R.; RESENDE, F.V.; BRAZ, L.T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico “NFT” em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p.155-158, 1999.

- HELL, L.R.; PASSOS, G.; CAZAROTI, E.P.F.; BREMENKAMP, D.M.; GALON, K.; COMETTI, N.N. Resfriamento e concentração da solução nutritiva em cultivo hidropônico da alface. **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Olericultura**, Viçosa-MG, 2011.

- MARY, W. **Desenvolvimento e análise de parâmetros ambientais em estrutura de proteção construída com bambu e de sistemas hidropônicos com zona de resfriamento**. 2004. Tese de doutorado (Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

- SANCHES, C.E.J.; ARAÚJO, J.A.C.; SPELLING, A.C.; VILLELA JUNIOR, L.V.E. Cultivo hidropônico da alface do grupo americana com resfriamento da solução nutritiva. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. **Anais...** Fortaleza: ABH. 2005.

- OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001.

- VILLELA JÚNIOR, L.V.E.; ARAÚJO, J.A.C. de; FACTOR, T.L. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.338-346, 2004.

XVINIC

Encontro Latino Americano  
de Iniciação Científica

XI EPG

Encontro Latino Americano  
de Pós Graduação

VINIC Jr

Encontro Latino Americano  
de Iniciação Científica Júnior