

## INFLUÊNCIA DO RESFRIAMENTO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM CULTIVO HIDROPÔNICO

**Gabriel Passos<sup>1</sup>, Diene Maria Bremenkamp<sup>2</sup>, Leonardo Raasch Hell<sup>1</sup>, Karla Galon<sup>2</sup>, Eline Paula Figueira Cazaroti<sup>1</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 – gabrielpassos@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-** Com o objetivo de estudar o efeito do resfriamento da solução nutritiva na produtividade e qualidade da alface foi realizado um experimento 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. Durante o experimento, foram monitoradas variáveis ambientais por meio de sensores ligados a um datalogger. Nas plantas coletadas foram avaliados: número de folhas, altura de planta, diâmetro da cabeça, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz (estufa a 80 °C) e índice de queima de bordas. Devido á temperatura do ar baixa durante a execução do experimento, nenhuma das variáveis analisadas foi significativa ao nível de 5% pelo teste F.

**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. O cultivo hidropônico de plantas representa uma opção dentro das técnicas de produção agrícola, podendo se adequar perfeitamente às exigências de alta qualidade, alta produtividade, mínimo desperdício de água e nutrientes, sem a perda destes no solo. As quantidades relativamente pequenas, de água e nutrientes empregadas fazem desse sistema uma técnica recomendável quando se busca o uso racional desses recursos (Santos, 2009).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a espécie mais difundida entre os produtores hidropônicos, provavelmente devido ao seu pioneirismo como cultura hidropônica no país, bem como, por se tratar de cultura de manejo mais fácil e por ser de ciclo curto garantindo assim retorno de capital mais rápido (Sanchez, 2007). 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. 2008a).

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).

Produtores hidropônicos convivem com sérios problemas de nutrição e manejo das plantas, já que a técnica foi importada de países de clima temperado e que necessita adaptação às nossas condições de alta temperatura e luminosidade. Alguns destes problemas enfrentados estão relacionados com a temperatura e a concentração da solução nutritiva. Em condições de clima tropical, no qual ocorrem altas temperaturas e grande incidência de luz, normalmente há redução no crescimento de plantas de clima ameno se a temperatura da zona radicular não for controlada (Lee & Cheong, 1996; He & Lee, 1998). A técnica do NFT (Fluxo Laminar de Nutrientes) é a que proporciona a maneira mais eficiente de controlar a temperatura das raízes, independentemente da temperatura da parte aérea das plantas. Além da produtividade, há possibilidade de melhoria na qualidade da alface em função do controle de temperatura. No que diz respeito ao acúmulo de nitrato nos tecidos, espera-se que com o resfriamento da solução nutritiva haja uma redução na velocidade de absorção de nitrato pelas raízes. 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 estudar e avaliar o resfriamento da solução nutritiva 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, Colatina, na 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. O sistema é composto de quatro bancadas de 3m de comprimento, contendo 8 canais de cultivo hidropônico com 75 mm de diâmetro, espaçados em 25 cm, com 10 plantas cada. Dois canais laterais atuam como bordadura, enquanto os seis internos são os tratamentos. O sistema é composto de 7 sub-sistemas hidropônicos independentes compostos de um reservatório de solução nutritiva com 50 L e conjunto motobomba de 1/3 CV para cada um. Cinco subsistemas foram utilizados para os tratamentos, e um para a bordadura. A tubulação de recalque e de retorno da solução é independente para cada canal, permitindo a aleatorização total dos tratamentos em cada uma das quatro bancadas (que funcionam como quatro repetições).

Neste sistema, foi adicionado um sistema de resfriamento inédito, que teve a função de reproduzir condições diferenciadas de temperatura de solução nutritiva nos vários tratamentos, com a redução 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. Foram instalados controladores de temperatura utilizados comumente em sistemas de refrigeração com sensores NTC, cuja função é de acionamento das válvulas de controle de fluxo do líquido refrigerante.

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> ) |
| Bordadura   | Sem tratamento | Sem tratamento           |
| 1           | 24             | 1,25                     |
| 2           | 26             | 1,25                     |
| 3           | 28             | 1,25                     |
| 4           | 30             | 1,25                     |
| 5           | 32             | 1,25                     |

A semeadura foi realizada em espuma fenólica, irrigada por 5 dias apenas com água, quando as células foram destacadas e transplantadas para os canais de cultivo. As irrigações foram intermitentes, com 10 minutos de bomba ligada, e 10 minutos desligada.

Foram realizadas correções diárias da concentração da solução nutritiva por reposição com soluções estoques, a partir da leitura de condutividade elétrica.

Durante o experimento, diariamente foram monitoradas as variáveis ambientais (temperatura, fluxo de fótons fotossintéticos (FFF), radiação global) por meio de sensores ligados ao datalogger. Quarenta e cinco dias após a semeadura (DAS) foi realizada a coleta final das plantas e avaliados os seguintes parâmetros: número de folhas, altura e diâmetro das plantas, comprimento do caule, comprimento das raízes, as massas secas (estufa a 80°C) e frescas da parte aérea e das raízes e índice de queima de bordas. Os dados foram submetidos à análise de variância em um esquema experimental inteiramente casualizado e analisados por regressão utilizando os programas SigmaStat 2.0® e SigmaPlot 8.0®.

## Resultados

Para as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), altura de planta (ALT), diâmetro de planta (DIA), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), volume de raiz (VR), número de folhas (NFOL), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) não houve diferença significativa entre as temperaturas máximas de solução nutritiva utilizadas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Variáveis morfológicas da alface em cultivo hidropônico em função do resfriamento e da condutividade elétrica na solução nutritiva. Massa fresca da parte aérea (MFPA); massa fresca de raiz (MFR); massa seca da parte aérea

(MSPA); massa seca de raiz (MSR) e número de folhas (NFOL). Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

| TEMP (°C)    | MFPA (g) <sup>ns</sup> | MFR (g) <sup>ns</sup> | MSPA (g) <sup>ns</sup> | MSR (g) <sup>ns</sup> | NFOL <sup>ns</sup> |
|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| 24           | 236,7                  | 28,2                  | 10,4                   | 1,4                   | 39,2               |
| 26           | 256,7                  | 32,6                  | 10,9                   | 1,6                   | 40,8               |
| 28           | 261,0                  | 30,5                  | 9,8                    | 1,4                   | 36,2               |
| 30           | 241,7                  | 29,9                  | 10,5                   | 1,5                   | 39,2               |
| 32           | 243,2                  | 29,3                  | 10,4                   | 1,6                   | 39,0               |
| <b>Média</b> | <b>247,8</b>           | <b>30,1</b>           | <b>10,4</b>            | <b>1,5</b>            | <b>38,9</b>        |

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

Tabela 3: Variáveis morfológicas da alface em cultivo hidropônico em função do resfriamento e da condutividade elétrica na solução nutritiva. Altura da planta (ALT); diâmetro da planta (DIA); comprimento de caule (CC); diâmetro de caule (DC) e volume de raiz (VR); Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.

| TEMP (°C)    | ALT (cm) <sup>ns</sup> | DIÁ (cm) <sup>ns</sup> | CC (cm) <sup>ns</sup> | DC (mm) <sup>ns</sup> | VR (cm <sup>3</sup> ) <sup>ns</sup> |
|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 24           | 36,1                   | 41,3                   | 13,9                  | 15,2                  | 37,2                                |
| 26           | 36,0                   | 37,8                   | 13,7                  | 15,8                  | 37,2                                |
| 28           | 35,3                   | 41,0                   | 12,6                  | 16,9                  | 37,5                                |
| 30           | 36,6                   | 39,9                   | 15,1                  | 15,9                  | 40,8                                |
| 32           | 35,6                   | 39,3                   | 13,6                  | 15,2                  | 39,8                                |
| <b>Média</b> | <b>35,9</b>            | <b>39,9</b>            | <b>13,8</b>           | <b>15,8</b>           | <b>38,5</b>                         |

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

## Discussão

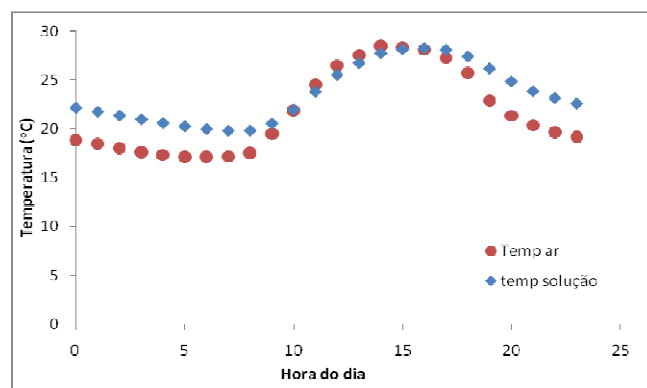
Sanches et. al (2005) trabalhando com resfriamento de solução nutritiva (15 e 5 °C) através de trocadores de calor, observaram que as plantas de alface apresentaram um melhor desenvolvimento quando cultivadas com a solução nutritiva a temperatura ambiente (24,9 °C). Entretanto, Hell et. al (2011) avaliando 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".

Com temperatura média do ar em torno de 25 °C torna-se inviável o resfriamento da solução nutritiva. Sanches et. al (2005) observaram que plantas que receberam solução nutritiva resfriada apresentaram menor número de folhas e um menor diâmetro de cabeça que plantas que receberam solução nutritiva a temperatura ambiente.

Durante os meses de realização do experimento, a temperatura do ar se encontrava baixa (Figura 1), explicando os resultados obtidos.

Figura 1: Variação das temperaturas médias do ar e da solução nutritiva durante as horas do dia, ocorridas durante o experimento. Colatina-ES, IFES-Campus Itapina, 2011.



## Conclusão

Não houve diferença significativa entre as temperaturas máximas de solução nutritiva para nenhuma das variáveis avaliadas. Quando a temperatura média do ar gira em torno de 25 °C não justifica o resfriamento da solução nutritiva, pois temperaturas menores no sistema radicular quando a temperatura do ar se encontra favorável, afeta o desenvolvimento da planta.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação científica, a Fundação de amparo a pesquisa do Espírito Santo (Fapes) pela concessão de bolsas de mestrado 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.

- HE, J.; LEE, S.K. Growth and photosynthetic characteristics of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under fluctuation hot ambient temperatures with the manipulation of cool root-zone temperature. **Journal of Plant Physiology**. Stuttgart, v.152, p.387-91, 1998.

- 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 51° Congresso Brasileiro de Olericultura**, Viçosa-MG, 2011.

- LEE, S.K.; CHEONG, S.C. Inducing head formation of iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the tropics through root zone temperature control. **Tropical Agriculture**, Surrey, v.73, p.34-42, 1996.

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

- SANCHES, S. V. 2007. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 63f.

- SANTOS, O.S. dos, 2009. *Hidroponia*. Santa Maria, RS: UFSM, 392 p.

- 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.