

AGROMETEOROLOGIA

TEMPERATURA DO AR NO INTERIOR DO CANAL DE CULTIVO E CRESCIMENTO DA ALFACE EM FUNÇÃO DO MATERIAL DE COBERTURA DA MESA DE CULTIVO HIDROPÔNICO - NFT⁽¹⁾

KAREN MARIA DA COSTA MATTOS⁽²⁾; LUIZ ROBERTO ANGELOCCI^(2,4);
PEDRO ROBERTO FURLANI^(3,4); MARIA CRISTINA STOLF NOGUEIRA⁽²⁾

RESUMO

Estudou-se o efeito de diferentes tipos de material de cobertura de mesas de cultivo hidropônico-NFT na temperatura do interior das canaletas e no crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Verônica. Em comparação ao tratamento-controle (tubos de polipropileno), utilizaram-se mantas de polietileno dupla face (branco e preto) e de Tetra-Pak®. O experimento foi realizado no Núcleo Experimental de Campinas, do Instituto Agronômico (22°54'S, 47°05'W, 674 m de altitude), usando-se mesas de cultivo com 24 m de comprimento, dividida em quatro blocos simétricos com os tratamentos distribuídos ao acaso. Sessenta termopares foram instalados no interior dos tubos para avaliar a temperatura interna do ar; armazenaram-se os sinais em um *datalogger*. Os valores medidos no interior dos tubos foram sempre superiores aos externos. Entretanto, nos tubos protegidos com Tetra-Pak®, os dados da temperatura interna do ar foram sempre de menor magnitude e, os de massa fresca de plantas de alface, superiores aos demais tratamentos. Essas diferenças foram estatisticamente significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5%. No período noturno, nenhuma diferença de comportamento foi obtida entre os três tratamentos usados.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., ambiente protegido, hidropônica.

ABSTRACT

AIR TEMPERATURE INSIDE THE CULTIVATION CHANNEL AND LETTUCE GROWTH AS A FUNCTION OF THE BENCH COVER MATERIAL ON THE NFT-HYDROPONICS SYSTEM

This work was performed to study the effect of different types of covering material on the air temperature inside the cultivation channel and on the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.), plants cv. Verônica using closed NFT-hydroponics system. Two types of cover material were used: black and white double-faced plastic sheet and Tetra-Pak™. Uncovered polypropylene tubes were used as control. The experiment was carried out at Campinas Agronomic Experimental Station, São Paulo State, Brazil (22°54'S, 47°05'W, 674 m of altitude), using workbenches of 24 m long, divided in four symmetric blocks with treatments distributed at random. Sixty thermocouples were installed inside the tubes to measure the air temperature, being the signals collected by a datalogger. Air temperatures inside the cultivation channel were always higher than the outside. However, on the Tetra-Pak™

⁽¹⁾ Parte da Dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agrometeorologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Recebido para publicação em 25 de janeiro de 2000 e aceito em 11 de junho de 2001.

⁽²⁾ Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, 13418-970 Piracicaba (SP). E-mail: karen@fca.unesp.br

⁽³⁾ Centro de Solos e Recursos Agroambientais, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽⁴⁾ Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

covered benches the values of temperature were lower and the fresh weight of the plants were higher in comparison to the double-faced plastic sheet and control treatments. These differences were statistically significant at $P > 0.05$ level. During the nighttime, the covering materials did not have any influence on the inside channel temperatures.

Key words: *Lactuca sativa* L., protected environment, hydroponics.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças pelo sistema hidropônico vem-se destacando muito no Brasil nos últimos anos. Isso porque o manejo da produção e a utilização de defensivos agrícolas nesse sistema são menores e mais controlados; a produção em períodos de entressafra é viabilizada, o que permite maior regularização da oferta, qualidade dos produtos e melhor preço (CASTELLANE e ARAÚJO, 1994). Com a utilização correta de estufas pode-se alterar o microclima de um determinado ambiente e, conseqüentemente, alcançar inúmeros benefícios, tais como colheita fora de época e/ou precoce, melhor controle de pragas e doenças, economia de insumos agrícolas e de água, preservação da estrutura do solo, plantio de variedades selecionadas e considerável aumento da produção, entre outros.

Na hidroponia, por se tratar de uma forma de cultivo sem solo, há necessidade de sustentação e fixação das plantas sobre as bancadas de produção. O material que dá sustentação às plantas, além de fixar as plantas, possui as seguintes propriedades: evita a incidência direta da radiação solar sobre a solução e o sistema radicular; diminui a evaporação da água e impede a entrada e o acúmulo de poeira sobre os canais de cultivo (SCHMIDT, 1998). Dentre os diversos tipos de material de cobertura de bancada, destacam-se as placas de isopor; a pedra britada; o filme plástico dupla face e o Tetra-Pak®, que é uma manta composta de camadas de filmes de polietileno-alumínio-polietileno-papel-polietileno.

Um aspecto importante a ser considerado é o balanço de energia radiante na bancada, que pode ser diferente em função do material de cobertura, condicionando a temperatura do ar da canaleta de circulação da solução, que faz parte do ambiente de desenvolvimento do sistema radicular. O regime térmico no ambiente das raízes pode afetar a absorção da água e dos nutrientes, bem como o crescimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas. Esse aspecto não tem sido objeto de estudo em hidroponia.

A temperatura do ar expressa, de maneira mais simples, a energia contida no meio (OMETTO, 1981) e está intimamente ligada ao balanço de energia (MARTINEZ GARCIA, 1978), o qual, por sua vez, depende de vários fatores. No caso de uma estufa, esses fatores são o tamanho da estufa (SEEMAN, 1979; BURIOL et al.,

1993), as propriedades óticas da cobertura (SEEMAN, 1979; ROBLEDO DE PEDRO, 1987; ROBLEDO DE PEDRO e VICENTE, 1988; MOUGON et al., 1989; BURIOL et al., 1993) e as condições meteorológicas locais (BURIOL et al., 1993; FARIAS et al., 1993). Segundo CERMEÑO (1990), os fatores que influenciam a temperatura no interior de uma estufa são o tipo de material utilizado na cobertura externa da estufa, temperatura do ambiente externo, luminosidade e vento.

No presente trabalho, compara-se o efeito dos diferentes tipos de material de cobertura de bancada na temperatura do ar da canaleta de circulação da solução nutritiva, visando caracterizar aquele que corresponda ao maior crescimento da alface cultivada em sistema hidropônico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a março de 1999, no Núcleo Experimental do Instituto Agrônomo, Campinas (SP) - latitude: 22°54'S, longitude: 47°05'W, altitude: 674 metro.

A casa de vegetação utilizada foi uma estufa do tipo arco, estrutura de madeira, arcos de tubos de ferro galvanizado e coberta com filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD), espessura de 150 µm, cobertura de tela de sombreamento a 30% por cima do plástico de cobertura, com as seguintes dimensões: 7 m de largura, 30 m de comprimento e 2 m de pé-direito.

Realizou-se a ventilação, utilizando-se tela de sombreamento a 30% nas laterais da estufa, em forma de saia, a uma altura que correspondia a aproximadamente 25% do total. As extremidades no sentido longitudinal, revestidas com o mesmo tipo de tela, contribuíram para a troca de ar. No centro da estufa, havia, ainda, uma saída de ar (chaminé).

A cultivar de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizada no experimento foi a Verônica, cujas folhas são crespas e verde-claras, e que se revela adaptada ao verão.

As sementes foram colocadas para germinar em cubos de espuma fenólica com 2 cm de aresta e umedecidas com água de torneira. Após a emergência das duas folhas embrionárias, transplantou-se cada cubo para a mesa de mudas cultivadas por hidroponia-NFT, de acordo com FURLANI et al. (1999). O transplante para a mesa de produção, contendo os vários tratamentos de cobertura, foi realizado quando as

mudas atingiram o estágio de 5-6 folhas verdadeiras. As densidades de plantas na mesa de mudas e na mesa de produção foram de 130 e 16 por m² respectivamente. Efetuou-se a colheita das plantas cerca de 3-4 semanas após o transplante das mudas para a mesa definitiva.

A solução nutritiva utilizada no experimento foi preparada e manejada de acordo com FURLANI et al. (1999).

A bancada de produção media 24 m de comprimento e 1,5 m de largura, dividida em quatro blocos simétricos, havendo três tratamentos em cada bloco. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de cobertura de bancada, ou seja, coberturas para as canaletas de PVC próprias para o uso em hidroponia. No primeiro tratamento, as canaletas foram mantidas descobertas; no segundo, cobertas por lona plástica dupla face (branca e preta, com o lado branco para cima) e no terceiro, cobertas por manta Tetra-Pak® (composta de camadas de filmes de polietileno-alumínio-polietileno-papel-polietileno).

Determinou-se a temperatura do ar nas canaletas com o auxílio de termopares de cobre-constantan, bitola AWG24, revestidos com proteção plástica contra incidência direta de radiação solar nos fios. Os sinais foram coletados e armazenados em sistema de aquisição de dados *datalogger* (Campbel Scientific, Inc.) modelo 21X, de oito canais, interligado a duas placas multiplexadoras AM 416, de 32 canais, acopladas a um microcomputador. A frequência de obtenção de leitura foi de uma por minuto, armazenando médias horárias.

Os termopares foram colocados no interior das canaletas, entre a solução nutritiva e a planta; protegendo-os da radiação solar, estavam as próprias plantas e as canaletas. Ao distribuírem-se os termopares ao longo da bancada de produção, garantiu-se que cada tratamento recebesse cinco deles, caracterizando-se, dessa forma, o regime térmico em toda a extensão da bancada.

Na estufa, foram instalados um abrigo meteorológico com sensores de temperatura (termistor) e de umidade relativa (higrômetro capacitivo) do ar, um piranômetro Eppley e um anemômetro de cuba, sendo todos eles conectados ao sistema de aquisição de dados. A frequência de obtenção de leitura foi, também, de uma por minuto, armazenando médias horárias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as canaletas de cultivo no sistema hidropônico como microestufas e comparando-se os valores obtidos da temperatura do ar no seu inte-

rior aos obtidos no interior da estufa, observou-se que, nos três tratamentos (tubo de PVC sem cobertura, Tetra-Pak® e lona dupla face) a temperatura média horária do ar no interior das canaletas foi sempre superior à temperatura média do ar da estufa (Figura 1), atingindo a diferença máxima de 6,8 °C com o Tetra-Pak®, 8,7 °C com a lona dupla face e 9,0 °C com o tubo de PVC, durante o primeiro ciclo da cultura (29/1 a 16/2/1999), no período diurno.

No segundo ciclo, a diferença média máxima diminuiu, no período diurno, para 2,0 °C com o Tetra-Pak® e 4,0 °C com os outros dois tipos de material. Em todos os casos, mesmo no período noturno, essas diferenças mantiveram-se relativamente acentuadas (4,0 °C de 29/1 a 16/2/1999), sendo menores no segundo ciclo da cultura.

As diferenças entre o período diurno e noturno podem ser visualizadas, também, pela variação, ao longo do ciclo, das temperaturas máximas e mínimas diárias.

Na figura 2-A, observa-se que, nos dois ciclos da cultura, a temperatura máxima do ar na canaleta, obtida no tratamento com cobertura Tetra-Pak®, foi inferior à dos demais tratamentos em todos os dias analisados, ocorrendo, no tratamento sem cobertura, temperaturas máximas superiores às dos demais tratamentos. A temperatura do ar na canaleta foi tendencialmente maior que a do ar da estufa, com as

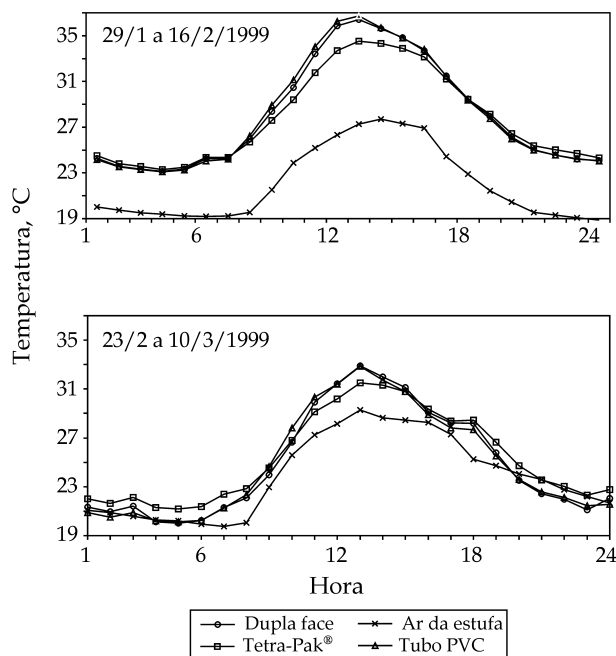


Figura 1. Temperatura média horária do ar no interior da estufa e no interior das canaletas de cultivo no sistema hidropônico, para os diferentes tipos de material de cobertura de bancada, em cada ciclo de cultivo da alface, em Campinas (SP).

seguintes diferenças médias entre cada tratamento e a estufa: Tetra-Pak®, 1,6 °C; lona dupla face, 3,3 °C; tubo de PVC sem cobertura, 3,6 °C, com valor máximo da diferença de 7,9 °C com a lona dupla face.

Na figura 2-B, verifica-se o contrário: o tratamento sem cobertura apresentou temperaturas mínimas inferiores às dos demais. O Tetra-Pak® apresentou temperatura mínima maior em todos os casos, sendo a diferença máxima entre a temperatura mínima da canaleta com essa cobertura e a estufa de 1,9 °C, ocorrida no segundo ciclo. Essa diferença de comportamento do Tetra-Pak® em relação aos outros tipos de cobertura, permitindo a diminuição da queda noturna de temperatura do ar no interior das canaletas, foi mais evidente no segundo ciclo.

O Quadro 1 mostra a análise comparativa das temperaturas médias no interior das canaletas por tratamento para os períodos diurno e noturno, nos dois ciclos de crescimento.

A análise estatística da temperatura no interior das canaletas de cultivo para os diferentes tipos de material de cobertura permite verificar que houve diferença significativa entre o Tetra-Pak® e os demais tipos para o período diurno (6 às 19 horas), no primeiro ciclo de crescimento. No segundo ciclo, essa diferença não foi significativa, mas pode-se observar que a temperatura média obtida no Tetra-Pak® foi um pouco inferior à dos

demais tratamentos. Já para o período noturno (20 às 5 horas), a diferença não foi significativa.

A temperatura média, no período diurno, para a cobertura Tetra-Pak® foi, em todos os ciclos, significativamente menor que à dos demais tratamentos, porém, à noite, esse fato não ocorreu, a temperatura no interior das canaletas com Tetra-Pak® apresentou valores superiores à dos demais tratamentos (Quadro 1).

Quadro 1. Valores de temperaturas médias diurna e noturna no interior das canaletas de cultivo da alface para os diferentes tratamentos, em Campinas (SP)

Cobertura	Períodos	
	29/1 a 16/2	23/2 a 10/3
	Temperatura diurna, °C	
Tubo de PVC	31,24 B	28,91 A
Tetra-Pak®	29,57 A	28,66 A
Lona dupla face	30,98 B	28,96 A
	Temperatura noturna, °C	
Tubo de PVC	24,02 A	23,14 A
Tetra-Pak®	24,24 A	23,22 A
Lona dupla face	23,86 A	23,22 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

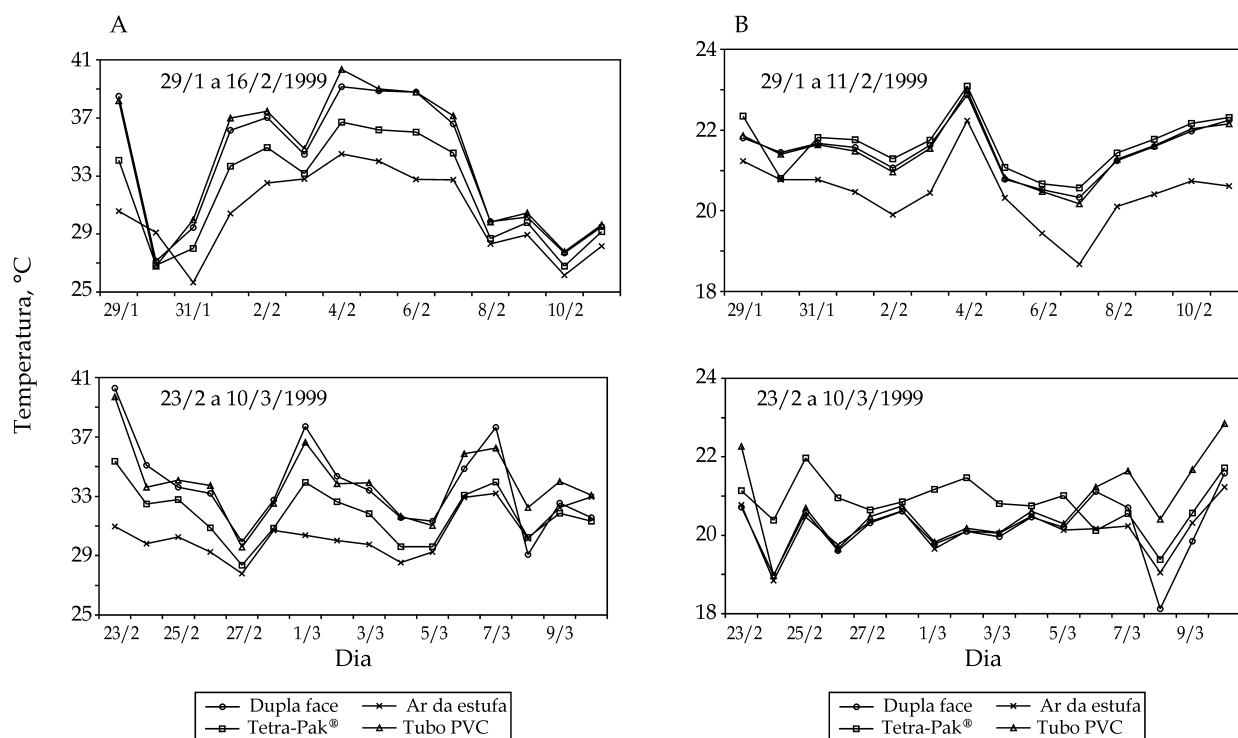


Figura 2. Temperatura máxima (A) e mínima (B) do ar no interior das canaletas de cultivo da alface e na estufa, em Campinas (SP).

Ao analisar-se o efeito do material de cobertura, separadamente, observa-se que o Tetra-Pak® permitiu, nas horas mais quentes do dia, uma diminuição acentuada da temperatura do ar nas canaletas em relação aos outros dois tipos de material.

Analisando o efeito das diferentes coberturas de bancada sobre o crescimento da alface, nos dois ciclos de crescimento (29/1 a 16/2/1999 e 23/2 a 10/3/1999) e colhida, respectivamente, aos 18 e 15 dias após o transplante definitivo para a bancada de crescimento, verificou-se que, apesar de o número de folhas ser semelhante em todos os tratamentos, cerca de 20 folhas por planta, ocorreu uma diferença na massa de matéria fresca da planta (Quadro 2). A análise da variância mostrou diferença estatística pelo teste F ao nível de 5% entre os tratamentos (Quadro 3).

Em todos os tratamentos, a massa de matéria fresca obtida no primeiro ciclo de estudo foi sempre superior à do segundo; no tratamento com cobertura Tetra-Pak®, verificam-se, nos dois ciclos, valores de massa de matéria fresca maiores que os dos outros tratamentos.

Os valores obtidos para massa de matéria fresca da cultivar Verônica, neste experimento, no período de 29/1 a 16/2/1999, são equivalentes aos alcançados por MONDIN (1996) que, cultivando essa mesma variedade em sistema hidropônico-NFT, obteve valor médio de 225,7 g de matéria fresca por planta. Já KOEFENDER (1996), FAQUIN et al. (1996), VAZ e JUNQUEIRA (1996) e SCHMIDT (1999) obtiveram valores inferiores aos encontrados neste experimento, nos dois ciclos analisados: 207,8 g; 192,75 g; 183,4 g e 163,5 g respectivamente de matéria fresca por planta.

No primeiro ciclo da cultura (29/1 a 16/2/1999), o material de cobertura Tetra-Pak® propiciou menor temperatura média do ar no período diurno nas canaletas de cultivo (Quadro 1) e, também, maior massa

Quadro 2. Massa de matéria fresca por planta de alface em função de diferentes materiais de cobertura de bancada hidropônica, em Campinas (SP), nos dois períodos analisados

Cobertura	Massa de matéria fresca	
	29/1 a 16/2	23/2 a 10/3
	g	
Tubo de PVC	226,66 B	194,51 B
Tetra-Pak®	242,36 A	210,17 A
Lona dupla face	231,76 B	198,17 B

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

de matéria fresca em relação às demais coberturas (Quadro 2).

No segundo ciclo da cultura (23/2 a 10/3/1999), o ganho de matéria fresca do Tetra-Pak® em relação às demais coberturas foi estatisticamente maior, mas a temperatura média do ar nas canaletas cobertas com esse material não foi estatisticamente diferente quando comparada à dos demais tratamentos, mesmo apresentando temperaturas menores.

Analisando os dois ciclos em conjunto, observa-se que, durante o primeiro ciclo, a temperatura do ar no interior das canaletas, tanto no período diurno quanto no noturno, foi superior ao segundo para todos os tipos de material (Quadro 1). Em relação à massa de matéria fresca, verifica-se que o primeiro ciclo também apresentou valores superiores, cerca de 16%, sendo, em ambos, utilizada a mesma cultivar.

Embora a temperatura média do ar no interior das canaletas no primeiro ciclo tenha sido superior à do segundo, a menor temperatura do ar da estufa no primeiro ciclo pode justificar a maior massa fresca obtida nesse ciclo.

Quadro 3. Análise da variância com teste F para a variável massa de matéria fresca entre os diferentes tratamentos, em Campinas (SP), no período de 29/1 a 16/2/1999 e 23/2 a 10/3/1999

C.V.	GL	SQ	QM	F	PROB
Blocos	3	10.542,43	3.514,14	-	-
Coberturas	2	2.053,97	1.026,99	6,86*	0,0028
Cor do tubo PVC	1	514,18	514,18	3,44	0,0714
Cobertura x cor do tubo	2	419,27	209,63	1,40	0,2586
Resíduo	39	5.837,20	149,67	-	-
Total	47	19.367,05	-	-	-

C.V.: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; F: teste; PROB: probabilidade. * Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Esse ganho de massa de matéria fresca está, provavelmente, relacionado às condições micrometeorológicas da estufa no período em que foi realizado o experimento (Figura 3). Ao analisar a temperatura do ar da estufa, verifica-se que no primeiro ciclo ela foi menor que no segundo, sendo este o que apresentou temperaturas mais próximas à faixa ideal para o desenvolvimento da alface, 15-20 °C (CERMEÑO, 1977).

Ao verificar o número de folhas, observa-se que a cultivar Verônica, utilizada neste experimento, apresentou em média 20 folhas por planta, número inferior ao obtido por MONDIN (1996), que alcançou uma média de 29,6 folhas por planta. Já VAZ e JUNQUEIRA (1996) e SCHMIDT (1999) obtiveram valores inferiores, apresentando respectivamente, médias de 13,3 e 13,1 folhas por planta. Provavelmente isso tenha ocorrido devido às condições meteorológicas locais e ao tipo de solução utilizada na produção.

Esses resultados mostram que, mesmo com o número de folhas inferior ao encontrado por MONDIN (1996), o valor médio de massa de matéria fresca obtido no experimento foi maior ou equivalente, o que evidencia que o número de folhas não é o melhor padrão de comparação.

No segundo ciclo, em que se verificou a massa de matéria seca da parte aérea (Quadro 4), nota-se que, qualquer que tenha sido o material de cobertura da bancada utilizado, o valor médio observado neste

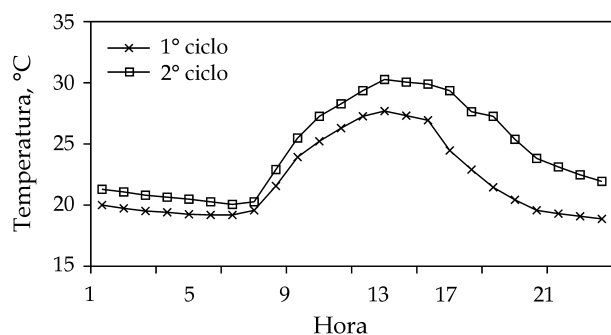


Figura 3. Temperatura do ar no interior da estufa, em Campinas (SP), no período de 29/1 a 16/2/1999 e 23/2 a 10/3/1999.

Quadro 4. Valores médios de massa de matéria seca por planta da parte aérea, da raiz e total e relação entre a massa de matéria seca da parte aérea e da raiz de alface nas diferentes coberturas de bancada hidropônica, no período de 23/2 a 10/3/1999, em Campinas (SP)

Cobertura	MS da parte aérea	g		MSpa/MSr
		MS da raiz	MS total	
Tubo de PVC	5,06	1,11	6,17	4,56 A
Tetra-Pak®	5,86	1,29	7,15	4,54 A
Lona dupla face	5,39	1,12	6,51	4,71 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MS: massa seca por planta.

experimento foi inferior ao encontrado por FAQUIN et al. (1996) e SCHMIDT (1999) que obtiveram, respectivamente, em média, 7,93 e 6,93 g de matéria seca da parte aérea por planta.

A massa de matéria seca total também apresentou valores inferiores aos encontrados por KOEFENDER (1996), FAQUIN et al. (1996), MONDIN (1996) e SCHMIDT (1999) que encontraram, respectivamente, médias de 7,35 g; 9,12 g; 15,88 g e 8,48 g de matéria seca total por planta.

Apesar de a massa de matéria seca total obtida neste experimento ser, em todos os casos, inferior à encontrada por KOEFENDER (1996) e FAQUIN et al. (1996), a massa de matéria seca da raiz foi equivalente àquela encontrada por esses autores, sendo, respectivamente, médias de 1,05 e 1,19 g. O valor observado neste experimento só foi inferior ao encontrado por SCHMIDT (1999) que obteve médias de 1,69 g de matéria seca de raiz por planta.

Ao analisar-se a relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz (MSpa/MSr) que, segundo SCHMIDT (1999), revela-se melhor quanto maior for, pois o consumo desta hortaliça é feito com a parte aérea, observa-se que não existe diferença de resposta entre as coberturas de bancada, sendo os valores encontrados equivalentes ao alcançado por SCHMIDT (1999), que obteve 4,48 g na relação matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz.

Outra variável de crescimento analisada durante o segundo ciclo da cultura foi a área foliar. No quadro 5, observa-se que a área foliar, por pé de alface, para a cobertura de bancada Tetra-Pak®, foi superior à das demais coberturas, atingindo uma diferença percentual de 24,4% em relação ao tratamento sem cobertura do tubo de PVC, embora tais diferenças não tenham sido estatisticamente significativas.

Verifica-se que no segundo ciclo, embora o Tetra-Pak® tendesse a apresentar valores superiores das variáveis de crescimento em relação aos outros tratamentos, não houve diferença estatística entre eles, o que pode ser justificado por não ter havido diferença significativa da temperatura do ar das canaletas nos

Quadro 5. Área foliar por planta de alface para os diferentes tratamentos de cobertura de bancada hidropônica, no período de 23/2 a 10/3/1999, em Campinas (SP)

Cobertura	Área foliar cm ²
Tubo de PVC	0,90 A
Tetra-Pak®	1,12 A
Lona dupla face	1,03 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

diferentes tratamentos. Entretanto, deve-se recordar que nesse ciclo ocorreu diferença significativa de massa de matéria fresca entre o Tetra-Pak® e os demais tratamentos, indicando uma diferença do balanço hídrico da planta entre os tratamentos.

4. CONCLUSÕES

1. A temperatura média do ar no interior das canaletas de cultivo foi sempre superior à temperatura do ar da estufa. O mesmo pode-se falar em relação às temperaturas máximas e mínimas.

2. No período noturno, com a ausência da radiação solar, não houve influência das coberturas e a alteração micrometeorológica estabelecida foi única para toda a estufa.

3. A menor temperatura do ar no interior das canaletas foi garantida pelo material de cobertura Tetra-Pak®.

4. A massa de matéria fresca obtida com o material de cobertura de bancada Tetra-Pak® foi, em média, significativamente maior ao nível de 5% pelo teste de Tukey que nos demais tratamentos, nos dois períodos analisados.

5. A temperatura do ar nas canaletas e na estufa, durante todo o período de observação, foi superior aos valores recomendados como ideais para o desenvolvimento da alface (15 a 20 °C). Esse fato pode ter influenciado a resposta de crescimento, dificultando o isolamento do efeito do tipo de cobertura de bancada. Tanto a temperatura do ar das canaletas como a da estufa devem ser consideradas no estudo do efeito das condições ambientais sobre o crescimento da alface em sistema hidropônico.

6. No período de 23/2 a 10/3/1999, embora o Tetra-Pak® tendesse a apresentar valores superiores das variáveis de crescimento, não houve diferença estatística entre os tratamentos, o que pode ser justificado por não ter havido diferença significativa da temperatura do ar das canaletas nos tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à GHF pelo fornecimento das placas "multiplexadoras", sem as quais a execução deste trabalho não seria possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS S.L.P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, p.43-49, 1993.
- CASTELLANE, P.D.; ARAUJO, J.A.C. *Cultivo sem solo: hidroponia*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43p.
- CERMEÑO, Z.S. *Cultura de plantas hortícolas em estufas*. Barcelona: Editorial Aedos, 1977. 301p.
- CERMEÑO, Z.S. *Estufas: instalações e manejo*. Lisboa: Litexa, 1990. 301p.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. *Produção de alface em hidroponia*. Lavras: UFLA, 1996. 50p.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA A.C.B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, p.51-62, 1993.
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180)
- 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.
- MARTINEZ GARCIA, P.F. *Características climáticas de los invernaderos de plástico*. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias - INIA, 1978. 48p. (Hojas Técnica, 19)
- MONDIN, M. *Efeito de sistema de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alface*. Jaboticabal, 1996. 88p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- MOUGON, R.; MOUGON, A.; BEN MECHILA, N. *Comparative study of greenhouse covers with and without thermal screens*. *Plasticulture*, Paris, v.81, p.37-42, 1989.
- OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1981. 425p.
- ROBLEDO DE PEDRO, F. *Laminas de polietileno y copolimero EVA para usos en agricultura*. Hojas Divulgadoras, v.2, p.1-20, 1987.

- ROBLEDO DE PEDRO, F.; VICENTE, L.M. *Aplicación de los plásticos en la agricultura*. Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 573p.
- SCHIMIDT, D. Produção final. In: *Hidroponia da alface*. Santa Maria: UFSM, 1998. p.57-62.
- SCHIMIDT, D. *Soluções nutritivas, cultivares e formas de sustentação de alface cultivada em hidroponia*. Santa Maria, 1999. 88p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria.
- SEEMAN, J. Greenhouse climate. In: SEEMAN, J.; CHIRKORV, Y.I.; LOMAS, J.; PRIMAULT, B. *Agrometeorology*. New York: Springer-Verlag, 1979. p.167-178.
- 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.178-180, 1996.