

PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA E MICROCLIMA DE AMBIENTE PROTEGIDO SOB MALHAS TERMO-REFLETORAS¹

OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO^{2*}, NILDO DA SILVA DIAS², ROBERTO TERUMI ATARASSI³, JONATAS RAFAEL LACERDA REBOUÇAS², ANDRÉ MOREIRA DE OLIVEIRA²

RESUMO – Considerando que as malhas termo-refletoras e a negra fornecem sombreamento às plantas e possuem propriedades particulares que melhoram as condições microclimáticas dos ambientes, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de alface (*Lactuca sativa* L, cv. Olinda) em sistema hidropônico de cultivo, sob o efeito das malhas termo-refletoras com diferentes porcentagens de atenuação da radiação solar. Os tratamentos foram a tradicional malha negra 50% e as malhas termo-refletoras com atenuação da radiação solar de 40, 50, 60 e 70%. Observaram-se diferenças significativas em função dos tratamentos para todas as características analisadas como número de folhas, diâmetro caulinar, matéria fresca, matéria seca, área foliar e a distância média do entrenó. As malhas termo refletoras 40 e 50% proporcionaram melhor crescimento para a cultura da alface, sendo indicadas para fornecer sombreamento em ambiente protegido na região semiárida do nordeste. Além disso, proporcionaram um melhor controle e aproveitamento da radiação solar, temperatura e umidade relativa, sendo o microclima gerado mais propício para o crescimento e produção da cultura da alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Sombreamento. Ambiente protegido.

PRODUCTION HYDROPONIC LETTUCE AND MICROCLIMATE OF GREENHOUSE UNDER MESHES THERMO-REFLECTORS

ABSTRACT - The thermo-reflective and black screens was used for shading for plants and they has private properties that improve the microclimate conditions, it was aimed to evaluate the growth and yields in hydroponic lettuce production (*Lactuca sativa* L, cv. Olinda), under effect of the thermo-reflective with different percentages of attenuation of the solar radiation. The treatments were and thermo black screens 50% with four different percentages of attenuation of the solar radiation, being meshes 40, 50, 60 and 70%. It was observed significant differences in function of the treatments for all the analyzed characteristics number of leaf, diameter of stem, fresh and dry matter biomass, leaf area and distances of internodes. The meshes thermo-reflective 40 and 50%, it had provided better development for lettuce, in relation to expression of the economical characteristics, being suitable to supply shading in greenhouse conditions at Northeastern semi-arid areas. However, it's improved the most control of the solar radiation, temperature and relative humidity, with micro weather conditions the best for growth and yields of Lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Shading. Greenhouse.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 17/12/2009; aceito em 08/09/2010.

²Departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; neto2006osvaldo@yahoo.com.br; nildo@ufersa.edu.br; rafaelufersa@hotmail.com; minidote9@hotmail.com

³Instituto de Ciências Agrárias, UFU, av. Amazonas, s/n, bloco 2E, Campus Umuarama, 38400-902, Uberlândia - MG; rtataras2@ig.com.br

INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido proporciona diversas vantagens em relação ao cultivo tradicional, como a proteção das plantas contra as adversidades climáticas, o aumento da produtividade, a maior eficiência na utilização de água e fertilizantes. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, estes ambientes permitem o cultivo em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção em campo aberto (BURIOL et al., 2000).

Em condições protegidos, a hidropônia pode ser considerada a aplicação mais intensiva deste sistema agrícola de produção e, segundo Rodrigues (2002), é uma alternativa de cultivo de plantas com uso de soluções nutritivas balanceadas, na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais. Para Furlani et al. (1999), os sistemas hidropônicos têm aberto um caminho precioso de melhoria na qualidade e preço dos produtos nos centros urbanos e, quando comparado com o sistema convencional, a hidroponia apresenta maior produtividade e requer menores áreas e quantidade de mão de obra para a produção de alimentos; permitindo aos agricultores familiares, que dispõem de pequenas áreas, empreender, produzir e obter renda suficiente para ter acesso às outras necessidades diárias.

Nas condições climáticas brasileiras, consideradas tropicais e subtropicais, onde o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, o aquecimento natural e demasiado do ambiente pode causar problemas no cultivo das plantas. Os maiores problemas enfrentados em cultivos protegidos são as altas temperaturas e a elevada umidade. Para sanar estes problemas, em algumas regiões do Brasil, tem-se utilizado malhas de sombreamento para atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, possibilitando o cultivo, principalmente de olerícolas, em épocas com alta disponibilidade energética. A caracterização dessa atenuação da radiação solar é importante, pois afetam os outros componentes do balanço de energia, como os fluxos de calor sensível e latente, além do processo fotossintético (PEZZOPANE et al., 2004).

Embora o uso de ambiente com cobertura de polietileno seja recente no Brasil, a criação de ambientes controlados vêm ganhando cada dia mais usuários nas diversas áreas da agricultura (GOTO et al., 2005; MEIRELLES et al., 2007). Além do uso de ambientes protegidos, as malhas sombreamento são, também, utilizadas para controle microclimático e podem ser utilizadas, isoladamente ou em associação com as estufas plásticas, produzindo, assim, uma condição microclimática apropriada para o desenvolvimento da cultura, reduzindo, principalmente, os efeitos nocivos de uma alta incidência da radiação solar e proteção aos extremos de temperatura.

No nordeste brasileiro, os fatores climáticos como temperatura e luminosidade estão presentes o ano todo, resultando, na maioria dos casos, na necessidade de redução deste excesso de energia. Com

isso, o uso de malhas sintéticas de sombreamento (termo-refletoras e malha negra) torna-se uma das formas para adequação do ambiente, diminuindo a temperatura e disponibilizando melhores condições para culturas sensíveis ao excesso de luminosidade. As telas aluminizadas apresentam vantagens sobre as telas negras, pois proporcionam uma redução da temperatura sem influir demasiadamente na luminosidade evitando o estiolamento das culturas.

Considerando que as malhas termo-refletora e malha negra fornecem sombreamento às plantas e possuem propriedades particulares, que melhoram as condições microclimáticas dos ambientes, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de alface (*Lactuca sativa* L, cv. Crespa Olinda) em sistema hidropônico, sob o efeito das malhas termo-refletoras com diferentes porcentagens de atenuação da radiação solar, a fim de permitir o controle microclimático do interior do ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de março a maio de 2008, em um ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN (5° 11' S, 37° 20' W e 18 m).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos por cinco tipos de malhas termo-refletoras (40, 50, 60 e 70% de atenuação da radiação solar) e a tradicional malha negra 50%. O ambiente protegido sofreu a influência apenas do plástico de polietileno e as parcelas, representadas por 15 bancadas hidropônicas, receberam fechamento superior com um tipo de malha para sombreamento (termo-refletora e/ou negra) e também fechamento nas laterais, atenuando a radiação solar na lateral e na parte superior (1 m de altura em relação à bancada). A cultivar de alface utilizada foi a Olinda a qual apresenta as seguintes características: tipo crespa, folhas de coloração verde intenso, pode ser plantada durante todo o ano.

Cada parcela experimental foi constituída por uma bancada de aço com 0,64 m² e 1,90 m de altura contendo um sistema hidropônico alternativo constituído de 6 vasos plásticos de 3,0 L, os quais tinham as bases perfuradas e equipadas com microtubos protegido por tela, possibilitando a conexão individual a um reservatório coletor de solução nutritiva (um balde plástico convencional com capacidade de 12 L), constituindo o sistema de drenagem, sendo cada vaso preenchidos com uma camada de 10 cm de "sílica" (quartzo moído) e de 10 cm de substrato vermiculita. As sementes de alface (cv. Crespa Olinda) foram plantadas diretamente nos vasos, as quais receberam os tratamentos desde a germinação.

O ambiente protegido utilizado foi do tipo capela com pé direito de 3,0 m, 12,0 m de comprimento e 16,0 m de largura, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo anti-ultra violeta e espessura de 150 micras, protegida nas laterais com malha negra.

A solução nutritiva utilizada foi preparada de modo a fornecer todos os nutrientes necessários durante o ciclo da alface conforme recomendação de um produtor de alface hidropônico da região, sendo a quantidade de fertilizantes adicionado na solução nutritiva, em g L⁻¹: 0,5; 0,37; 0,14 e 27 de nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de magnésio, respectivamente; e como fonte de micronutrientes foi adicionado 0,06 g L⁻¹ de Quelatec® (mistura sólida de EDTA-chelated nutrientes contendo 0,28% Cu, 7,5% Fe, 3,5% Mn, 0,7% Zn, 0,65% B e 0,3% Mo). Diariamente, ao final da tarde, a solução nutritiva era drenada dos vasos para o reservatório coletor, sendo esta prática realizada por gravidade, ou seja, baixando o reservatório em nível menor do que os vasos. Na manhã seguinte, a solução nutritiva era retornada para os vasos, elevando o reservatório coletor a um nível maior do que os vasos, sendo o procedimento de drenagem repetido ao meio dia, visando à oxigenação do sistema.

Para monitorar o microclima no interior de cada parcela foram realizadas leituras da temperatura e umidade relativa do ar, bem como da radiação solar global e a radiação fotossintética ativa - PAR (incidente e refletida pela cultura; externa e interna sobre as malhas). Foram utilizados no ambiente protegido um psicrômetro aspirado para estimar temperatura no interior de cada malha e do ambiente protegido; um piranômetro CM3 e um radiômetro PAR Lite, para estimativa do saldo de radiação de ondas curtas (SRoc) e Fotossintética ativa. Foram realizados quatro dias de coleta, entre o período de 20 a 23 dias após o plantio, período em que a cultura, em alguns tratamentos, encontravam-se em pleno desenvolvimento. A coleta dos dados se procedeu manualmente, ou seja, levando-se os sensores até as parcelas experimentais, nos horários de 8, 12 e 16 horas, sendo as leituras realizadas aleatoriamente em todos os tratamentos, visando minimizar os erros casualizando pelas variações temporais, desta forma coletava-se dados internos e externos sobre as malhas, realizando-se 4 medições por tratamento, totalizando 60 dados por coleta.

Para armazenar os dados, os sensores foram conectados a um datalogger modelo CR23X. Além disso, foram instalados cinco psicrômetros não aspirados de cobre e constantan para efetuar as leituras de temperatura real do ar e umidade relativa, registrando médias a cada trinta minutos e médias diárias ao longo da estufa plástica, ou seja, temperatura em bulbo seco e temperatura em uma gaze de algodão umedecida, todos em mesma posição em cada bancada, visando medir possíveis variações na temperatura e umidade relativa nas parcelas ao longo do dia.

As medias relacionadas à temperatura do ar, umidade relativa, radiação global e PAR foram registradas em intervalos de dez segundos dentro e fora de cada parcela, mediante programação do datalogger, os dados eram armazenados e coletados diariamente.

Aos trinta e seis dias após o plantio, atingindo o ponto de colheita, foram coletados quatro plantas de cada parcela para a realização das análises de produção: número de folhas (NF), determinado pela contagem de folhas verde maiores de 3,0 cm de comprimento, desprezando-se as amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; diâmetro caulinar (DC), determinado com um paquímetro digital na ocasião da colheita, medindo-se a distância entre as margens oposto do disco foliar, sendo os valores expressos em 'cm'; biomassa fresca (PMF), estimada por pesagem em balança digital de precisão (g); biomassa seca (PMS), determinada pelo peso seco em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, expresso em 'g'; área foliar (AF), utilizando o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor (cm²) e; a distância media entre os nós do caule (DEN), utilizando-se uma régua graduada.

Os resultados foram interpretados pela análise de variância utilizando-se o programa "SISVAR" para a comparação das medias de cada variável. As médias das variáveis de produção foram analisadas por teste de média, com base no teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os dados de temperatura, umidade relativa, radiação global e PAR foram analisados de forma a estabelecer as diferenças entre os tratamentos e, também o comportamento em relação às condições microclimáticas impostas pelo ambiente protegido. Também foi estimado o valor médio do saldo de radiação global e PAR por meios das equações 1 e 2:

$$SRoc = G \downarrow - R \uparrow \tag{1}$$

em que:

$$SRoc = \text{saldo de radiação de ondas curtas (MJ m}^{-2}\text{)}$$

$$G \downarrow \text{ e } R \uparrow = \text{radiação global incidente e refletida pela cultura, respectivamente (MJ m}^{-2}\text{)}$$

$$SR_{PAR} = PAR \downarrow - PAR \uparrow \tag{2}$$

em que:

$$SR_{PAR} = \text{saldo de radiação PAR (MJ m}^{-2}\text{)}$$

$$PAR \downarrow \text{ e } PAR \uparrow = \text{radiação global incidente e refletida pela cultura, respectivamente (MJ m}^{-2}\text{)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variação climática

O tipo de cobertura influenciou significativamente ($p < 0,01$), o saldo médio diário da radiação de ondas curtas e fotossinteticamente ativa – PAR, (Figura 1A e B). Entretanto, o mesmo não foi verificado para temperatura e umidade relativa do ar (Figura 1B e C).

Apesar de não diferirem estatisticamente das malhas negra 50 % e termo-refletora 60%, as quais todas foram superiores a termo-refletora 70%, as malhas termo-refletoras 40 e 50%, proporcionaram maior ganho médio diário de radiação de ondas curtas de energia pela cultura (7,57 e 6,68 MJ m⁻², respectivamente), proveniente da radiação global média do ambiente protegido (Figura 1A). Observou-se também que estas malhas tiveram maior desempenho em relação ao aproveitamento da radiação PAR fornecendo para a cultura um saldo de radiação médio de 485,72 e 423,18 \square mol m⁻² s⁻¹, respectivamente para as malhas termo refletoras 40 e 50% (Figura 1B), comparando-se com a energia disponível no meio (1090,20 \square mol m⁻² s).

A radiação solar de ondas curtas influencia o crescimento das plantas de alface em dois aspectos; a radiação fotossintética ativa (400 a 700 nm) é necessária para a fotossíntese e processos básicos para o desenvolvimento da planta, enquanto que o total de energia é o principal fator que afeta a transpiração (GATES, 1976). A radiação global média diária do ambiente protegido no qual foram submetidos os tratamentos foi igual a 18,18 MJ m⁻² (Figura 1A).

De acordo com Jie e Kong (1998), em experimentos realizados com cultura de alface em ambiente com média temperatura entre 25 e 39 °C, a máxima taxa de fotossíntese da cultura foi verificada quando a radiação global estava em torno de 20,73 MJ m⁻²; ressaltando que a investigação foi realizada no período de abril a maio, onde ocorreu maior precipitação, conseqüentemente maior nebulosidade.

Com relação à temperatura do ambiente protegido, verificaram-se média diária de 29,15 a 29,35 °C (Figura 1C), observando-se pouca variação da temperatura média do ambiente; constatando-se também que as maiores diferenças nos valores médios de temperaturas internas e externas foram promovidas pelas malhas termo refletoras de 40 e 50% de atenuação da radiação. Isso provavelmente deve-se a maior abertura das células dessas malhas, o que permite atenuação da radiação incidente e a remoção pelo ar circulante no ambiente do calor interno promovido pela radiação de ondas longas. Guiselini e Sentelhas (2004), que avaliaram diferentes materiais de cobertura em ambiente protegido, verificaram as temperaturas no interior da estufa sombreada com malha termo-refletora foram superiores as observações nas estufas sem malhas e que as malhas promovem uma barreira parcial ao movimento de convecção.

Com relação à umidade relativa média diária

imposta pelo microclima dos tratamentos, verifica-se comportamentos semelhantes entre si (Figura 1D), porém superior a média diária do ambiente protegido. Estes resultados não corroboram com os obtidos por Guiseline et al. (2007), que verificou comportamento similar da umidade relativa entre plástico e termo refletora e plástico + malha negra. A diferença apresentada entre tratamentos e o ambiente protegido em relação à umidade relativa, pode ser explicado pelo fato de que as parcelas mantinham a umidade proveniente da evapotranspiração do sistema; sendo a menor diferença entre a umidade relativa no interior das malhas e o ambiente protegido obtido nas parcelas sombreadas com malhas termo-refletoras 70%.

As malhas termo-refletoras 40 e 50%, também proporcionaram melhores condições físico-climáticas, pois permitiram um melhor controle e aproveitamento da radiação solar, temperatura e umidade relativa, sendo o microclima gerado mais adequado para o desenvolvimento fisiológico da cultura da alface, reforçando a necessidade de uso dessas malhas sob filme de polietileno em ambiente protegido, especialmente nas regiões de clima semiárido.

Crescimento e produção de alface

A análise de variância demonstrou efeito significativo ($p < 0,01$) das malhas de sombreamento para todas as características analisadas, sendo que as plantas sombreadas sob malhas termo-refletoras 40 e 50% foram superiores em relação aos demais tratamentos (Figura 2), evidenciando que os percentuais de atenuação das malhas de sombreamento alteram o microclima do ambiente, concordando com a investigação realizada por Shahak (2002).

Estes resultados também concordaram com Queiroga et al. (2001) e Bezerra Neto et al. (2005), que observaram aumento de produtividade da alface com o uso de sombreamento, constatando que a cultura é bastante influenciada pelas condições ambientais, ou seja, a alta incidência de luz torna as folhas da cultura progressivamente largas, com reduzida razão comprimento/largura, enquanto sob pouca luz as folhas tendem a ser longas e estreitas.

Santana et al. (2009), estudando o desempenho de cultivares de alface americana em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco, BA, constataram que as telas de sombreamento afetaram todos os parâmetros de crescimento da cultura, sendo que as plantas dos tratamentos pleno sol e tela branca apresentaram melhores desempenhos de produção comercial, concordando com o obtido nesse trabalho, quando foi utilizada malhas de menor percentagem de sombreamento. Já Aquino et al. (2007), em experimento conduzido em Viçosa, MG, observaram que o uso das malhas de sombreamento não favoreceu a produção de matéria seca das plantas de alface, possivelmente devido ao menor nível de irradiação na condição climática aonde conduziu a pesquisa durante a estação de cultivo outono e inverno.

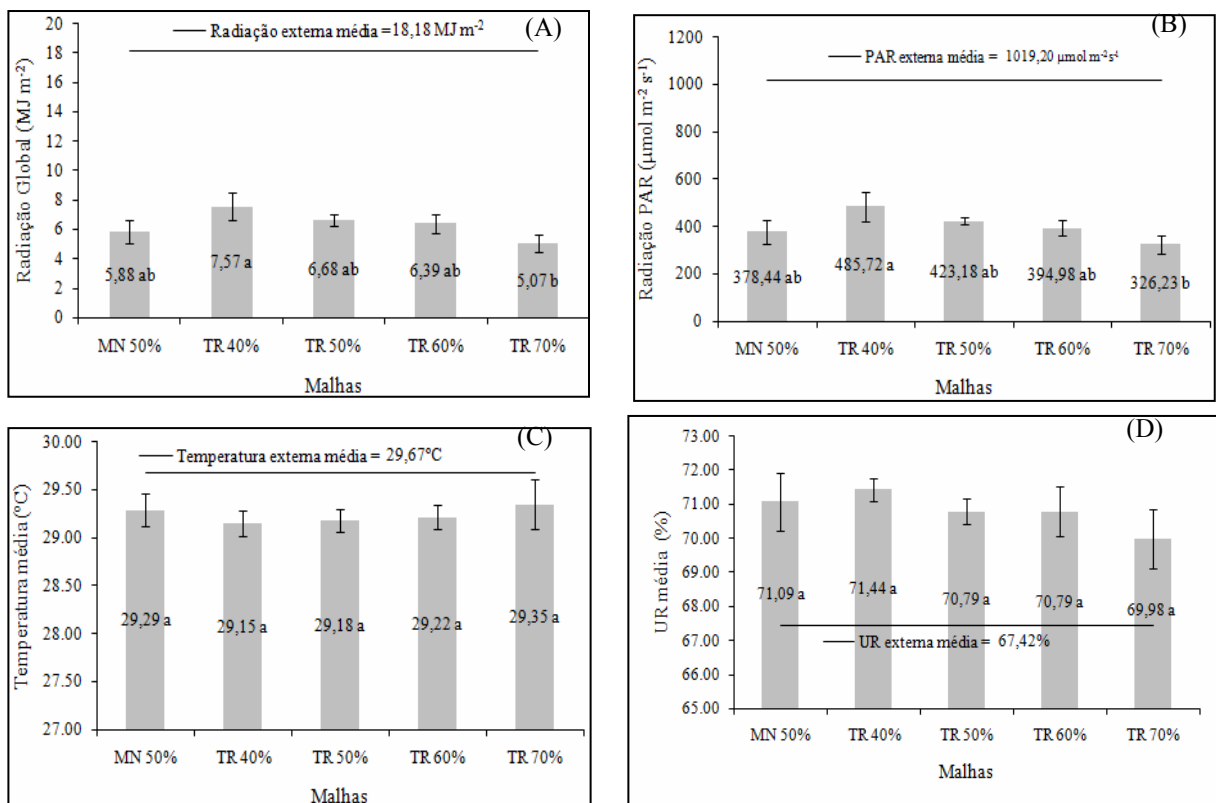


Figura 1. Saldo médio diário da radiação de ondas curtas (A) e fotossinteticamente ativa - PAR (B), temperatura média diária (C) e umidade relativa média diária (D) para as malhas termo-refletoras e negra usadas para sombreamentos da alface hidropônica. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ($p < 0,05$).

Ainda em relação à Figura 2, observou-se o comportamento superior para todas as variáveis de crescimento e produção da alface sombreadas com a termo-refletora 40%, seguida da malha 50%. Em contrapartida, as plantas sombreadas com malha termo-refletora 70% tiveram seu crescimento comprometido, evidenciando a ação do excesso de sombreamento sobre os processos fisiológicos da cultura que, reduz o fluxo fotossintético e, conseqüentemente, a taxa de aparecimento de folhas como resposta das plantas à redução da radiação (GAUTIER et al., 1999).

Por outro lado, planta sombreada, restrita a radiação direta, tornam-se mais eficiente na realização da fotossíntese, iniciando o processo em menor quantidade de radiação, se comparada à planta iluminada, pois respiram com menor intensidade e dessa forma compensam consideravelmente a redução do ganho de carbono nas condições de fraca iluminação (LARCHER 2000).

Esses resultados concordam com o comportamento da variação microclimática das parcelas sob o efeito do sombreamento, reforçando o fato de que a radiação solar interceptada e absorvida pelos vegetais é a fonte exclusiva de energia para os processos físicos, fisiológicos e bioquímicos, sendo de grande importância para determinação do acúmulo de massa seca e perda de água (CAMPBELL, NORMAN, 1998; MELO-ABREU et al., 2002).

Com relação à aparência visual para a comer-

cialização da alface, no qual, em fase vegetativa, a planta desenvolve caule curto (10 a 15 cm de comprimento), ao redor do qual nascem as folhas, formando-se uma roseta; essa fase encerra-se quando a cabeça está completamente desenvolvida. Com isso, fez-se necessário avaliar o comportamento do crescimento do caule, sendo que, geralmente, a alface tem caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas (FILGUEIRA, 2003). Com relação ao comportamento do crescimento caulinar, avaliado pela distância média do entre nós (Figura 2F), uma vez que as mesmas estavam expostas a condições de sombreamento, foram observadas diferenças significativas em relação ao tamanho do caule, em que as plantas submetidas às malhas termo-refletoras 60 e 70% e malha negra 50% apresentaram estioladas com distância média de 1,23 cm, associado ao número reduzido de folhas (Figura 2A).

As plantas de alface quando exposta às temperaturas elevadas durante o crescimento vegetativo, passa rapidamente para a fase reprodutiva, ocorrendo o estiolamento (alongamento do caule) e, posteriormente, o surgimento da inflorescência, o que desvaloriza a produção comercial, pois, força as colheitas antecipadas e com qualidade inferior, fato que aconteceu com as plantas exposta às malhas negras e termo refletoras de 60 e 70%, (Figura 2F). Quando a temperatura está acima do limite superior da faixa ideal de temperaturas, a planta transpira demasiadamente, provocando sensível redução na produção de

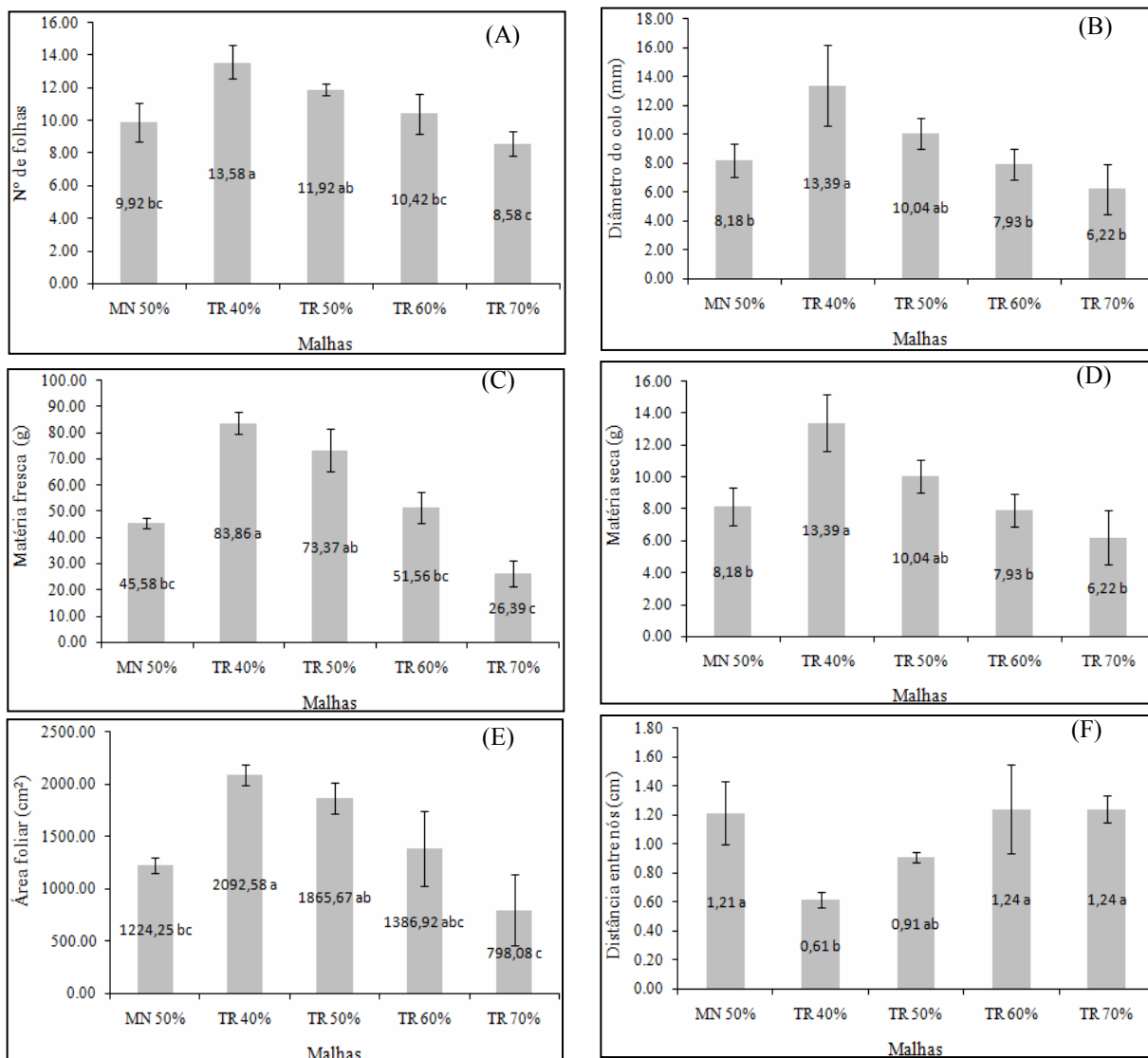


Figura 2. Médias do número de folhas (A), diâmetro caulinar (B), matéria fresca (C) e seca (D), área foliar (E) e distância dos entrenós (F) para as malhas termo-refletoras e negra usadas para sombreamentos da alface hidropônica. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ($p < 0,05$).

matéria orgânica. Além disso, o suprimento de luz influencia de forma direta a absorção de nutrientes, já que o processo requer energia na forma de ATP (MARSCHNER, 1995).

CONCLUSÃO

As malhas termo refletoras 40 e 50% proporcionam melhores condições microclimáticas para o desenvolvimento da cultura da alface (cv. Crespa Olinda), pois as plantas cultivadas sob estas, expressam melhores características de comercialização, sendo indicadas para fornecer o sombreamento desta cultura em sistema hidropônico sob ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq). Projeto de pesquisa financiado com recursos do CNPq/Edital Universal (Processo n. 486242/2006-4).

REFERÊNCIAS

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M. E. O. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 381-386, 2007.

BEZERRA NETO, F. et al. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e tempera-

- tura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 189-192, 2005.
- BURIOL, G. A. RIGHI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.
- CAMPBELL, G. S.; NORMAN, J. M. **An introduction to environmental biophysics**. New York: Springer-verlag. 1998. 286 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Editora UFV. 2003. 402 p.
- FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC. 1999. 30 p. (Boletim Técnico, 168).
- GATEES, D. M. **Energy exchange and transpiration**. New York: Springer-verlag. 1976. p. 137-147.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v. 83, n. 4, p. 423-429, 1999.
- GOTO, R.; HORA, R. C. da; DEMANT, L. A. R. Cultivo protegido no Brasil: histórico, perspectivas e problemas enfrentados com sua utilização. In: BELLO FILHO, F.; SANTOS, H.P. dos; OLIVEIRA, P. R. D. de. (Ed.). **Seminário de Pesquisa sobre Frutíferas Temperadas**. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2005. p. 27-29.
- GUISELINI, C. et al. Temperatura e umidade do ar em ambientes protegidos cobertos com plástico transparente associado à malha termorefletora, instalada externa e internamente. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 15, n.1, p. 157-162, 2007.
- GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C. Uso de malhas de sombreamento em ambientes protegidos. I - Efeito na temperatura e na umidade relativa do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2004.
- JIE, H.; KONG, L. S. Growth and photosynthetic responses of three aeroponically grown Lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 73, n. 2, p. 173-180, 1998.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press. 1995. 889 p.
- MELO-ABREU, P. de; ANYPER, R. L.; RIBEIRO, A. C. Modeling radiation transmission interception and reflection in a hedgerow apple orchard in the northeastern Portugal. **Acta Horticulturae**, v. 32, n. 1, p. 73-80, 2002.
- MEIRELLES, A. J. A. et al. Influência de Diferentes Sombreamentos e Nutrição Foliar no Desenvolvimento de Mudanças de Palmeira Ráfia *Rhapis excelsa* (THUNBERG) Henry Ex. Rehder. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1884-1887, 2007.
- PEZZOPANE, J. E. M. et al. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 9-15, 2004.
- QUEIROGA, R. C. F. et al. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 324-328, 2001.
- 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. 2002. 765 p.
- SANTANA, C. V. S. et al. Desempenho de cultivares de alface americana em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 60-64, 2009.
- SHAHAK, Y. et al. Growing Aralia and Monstera under colored shade nets. **Olam Poreah July Issue**, v. 13, n.1, p. 60-62, 2002.