

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ALFACE EM AMBIENTE PROTEGIDO COM E SEM TELA TERMORREFLETORA

Edilaine Della Valentina Gonçalves^{1*}; Janaína Dartora⁵; Heloísa Ferro Constâncio Mendonça¹; Bruna Brotti Rissato³; Omari Dangelo Forlin Dildey²; Sidiane Coltro-Roncato¹; José Carlos de Santana⁴; Élcio Silvério Klosowski⁶; Marcia de Moraes Echer⁶; Cláudio Yuji Tsutsumi⁶

SAP 14033 Data envio: 19/04/2016 Data do aceite: 13/09/2016
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, abr./jun., p. 193-199, 2017

RESUMO - O trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e produtividade de cultivares de alface cultivada em ambiente protegido com e sem tela termorrefletora. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em Assis Chateaubriand, Paraná. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 2 x 4, com seis repetições. O primeiro fator foi constituído pelos ambientes de cultivo (com e sem tela termorrefletora 50%) e o segundo fator por quatro cultivares de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica). Semanalmente, foram realizadas cinco coletas de plantas para avaliação de massa seca e área foliar, utilizadas na obtenção da taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar e área foliar específica. Na última avaliação também foram determinadas: altura da planta, número de folhas, diâmetro da copa, massa fresca de folhas e de parte aérea e produtividade. O uso da tela termorrefletora interferiu o desenvolvimento da alface provocando redução nas taxas de crescimento e no acúmulo de massa fresca. A cultivar Paola não apresentou bom desempenho nas condições de estudo. O uso da tela termorrefletora reduziu a produtividade da alface em 19% e não correspondeu à expectativa de melhoria no desempenho produtivo da cultura.

Palavras-chave: análise de crescimento, fotossíntese, *Lactuca sativa* L., radiação solar.

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF LETTUCE CULTIVARS UNDER PROTECTED ENVIRONMENT WITH AND WITHOUT THERMAL REFLECTOR SCREEN

ABSTRACT - The aim of this work was to evaluate the growth and productivity of lettuce cultivars in greenhouse with and without thermo-reflective screens. The experiment was conducted in Assis Chateaubriand, Paraná State, Brazil. The experimental design was in randomized blocks, with six replications and treatments arranged in a 2 x 4 factorial. The first factor consisted of culture environments (with and without thermo-reflective screens 50%) and the second of four cultivars of lettuce (Itapuã, Paola, Vera and Verônica). Five samples were performed, weekly, for evaluation of dry matter and leaf area used to obtain the absolute and relative growth rates, net assimilation rates, leaf area ratio and specific leaf area. At the last evaluation were also determined: plant height, leaf number, canopy diameter, leaf and shoot fresh matter and productivity. The use of the thermo-reflective screens interfered on the development of lettuce promoting reduction in growth rates and the accumulation of fresh matter. The Paola cultivar did not present a good performance in the conditions of study. The use of thermo-reflective screens reduced the productivity of lettuce by 19% and did not correspond to the expected improvement on crop yield.

Key words: growth analysis, photosynthesis, *Lactuca sativa* L., solar radiation.

INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos cresce de maneira expressiva, enquanto a expansão de áreas agricultáveis não acompanha tal ritmo, sendo necessária a otimização da produção agrícola de forma a contornar problemas, tais como a dependência do clima e a sazonalidade da produção (GEISENHOF et al., 2009).

O cultivo de alface em ambiente protegido constitui uma ferramenta importante que auxilia os produtores a obter melhores produtividade e qualidade, além de possibilitar a produção fora da época recomendada. Quando comparado ao ambiente externo, o cultivo em ambiente protegido apresenta vantagens, dentre as quais se destaca a proteção das plantas contra elementos climáticos desfavoráveis, melhores condições ao

¹Doutora em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: edilainevalentina@gmail.com; helo_fcmendonca@hotmail.com; scoltr@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Doutorando em Agronomia, UNIOESTE. E-mail: omaridildey@hotmail.com

³Mestranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), UNIOESTE. E-mail: brunarissato@hotmail.com

⁴Mestre em Agronomia UNIOESTE. E-mail: jcsantana@hotmail.com

⁵Engenheira agrônoma na empresa IAPAR, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: janaina_dartora@yahoo.com.br

⁶D.Sc., Professor(a) Adjunto, UNIOESTE. E-mail: elcioski@yahoo.com.br; mmecher@bol.com.br; cysutsu@uol.com.br

desenvolvimento da cultura e maior rentabilidade do produto (COSTA et al., 2011). Ademais, em função da redução da ação dos ventos e da radiação solar incidente, o consumo hídrico no cultivo protegido é menor, o que aumenta a eficiência do uso da água de irrigação (BANDEIRA et al., 2011).

No entanto, o ambiente protegido pode propiciar temperaturas extremas durante o dia nos meses mais quentes do ano em determinadas regiões de cultivo e prejudicar o desenvolvimento de culturas como a alface. O filme plástico transparente utilizado na cobertura do ambiente geralmente transmite raios solares sem dispersá-los, tendo como resultado a transmissão elevada da luz solar direta sob as plantas e indução de queimaduras das folhas, flores e frutas (GUISELINI; SENTELHAS, 2004), com redução da qualidade e o valor comercial de cultivos, especialmente no caso de hortaliças folhosas.

O uso de telas termorrefletoras vem sendo empregadas em viveiros, telados e ambiente protegido, com o intuito de atenuar os efeitos extremos da radiação solar e da temperatura e propiciar condição microclimática adequada para o desenvolvimento das plantas (COSTA et al., 2011), devido à redução da intensidade e melhor distribuição da energia radiante.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produção de cultivares de alface crespa cultivadas sob ambiente protegido com e sem a utilização de tela termorrefletora.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no município de Assis Chateaubriand, PR, no período de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008, em sistema de produção orgânico. O clima da região é subtropical, com verões quentes, geadas pouco frequentes e sem estação de seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa (SANTOS et al., 2013).

Para a caracterização química do solo, foi realizada análise a partir de uma amostra composta retirada na profundidade de 0 a 20 cm. Não houve necessidade de correção do solo, devido às boas características nutricionais do mesmo.

Para a realização do experimento, o ambiente protegido foi dividido em duas partes iguais de 150 m² (30 m de comprimento por 5 m de largura), sendo que em apenas uma das partes foi instalada a tela termorrefletora (Aluminet® 50%) na altura do pé-direito.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 2 x 4, com seis repetições. O primeiro fator foi constituído de dois ambientes de cultivo (com e sem tela termorrefletora) e o segundo fator por quatro cultivares de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica). As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandido com 128 células, utilizando-se substrato comercial e deixando-se apenas uma plântula por célula após emergência. O transplantio para os canteiros definitivos, no espaçamento

de 0,3 x 0,3 m foi realizado aos 22 dias após a semeadura, quando as plântulas apresentavam de cinco a seis folhas definitivas.

A cultura foi conduzida sob irrigação por gotejamento e o controle de plantas daninhas, insetos e pragas foi realizado conforme a necessidade, empregando-se metodologias inerentes ao sistema orgânico de produção.

No interior de cada ambiente foi instalado um abrigo meteorológico visando monitorar a temperatura e umidade relativa do ar por meio de um *data logger* digital. Para avaliar a lâmina de água evaporada, três tanques de evaporação foram instalados em cada ambiente. As leituras foram realizadas a cada dois dias e, por diferença de volume entre leituras, determinou-se a lâmina de água evaporada (mm) com auxílio de uma proveta graduada (500 mL). A eficiência do uso da água estimada pela lâmina de água evaporada foi determinada em função da área do tanque de evaporação (0,025 m²).

Durante o experimento, foram realizadas cinco coletas de plantas, no momento do transplantio das mudas, aos 7, 14, 21 e 28 dias após o transplantio (DAT), sendo coletadas quatro plantas por parcela experimental em cada avaliação. Após coletadas, as plantas foram levadas para o laboratório, onde se procedeu a lavagem do material em água corrente para retirada de impurezas. As plantas foram seccionadas em diferentes partes para a determinação da massa seca de folhas, massa seca de caule + pecíolo (parte aérea) e massa seca de raízes. Para tanto, estas partes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C ± 0,5 até atingir massa constante.

Para a quantificação da área foliar em cada coleta utilizou-se o método de amostragens de acordo com a metodologia de Benincasa (2003). Na última coleta de plantas (28 DAT), foram também avaliadas as variáveis: altura da planta, número de folhas, diâmetro da copa, massa fresca das folhas e da parte aérea, sendo esta última utilizada para estimar a produtividade da alface em ton ha⁻¹.

Para o cálculo dos índices fisiológicos de crescimento, foi utilizado o programa computacional "ANACRES", segundo determinação de Portes e Castro Júnior (1991). Os parâmetros taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) foram calculados a partir dos dados de massa seca e área foliar ajustados em função do tempo.

Para as demais variáveis, os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2003) e as médias comparadas pelo teste Tukey (p < 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis massa seca de folhas, massa seca total e área foliar apresentaram resposta exponencial quadrática em função do tempo, para as diferentes cultivares e em ambos os ambientes de cultivo (Tabela 1), sendo tal resposta significativa pelo teste F (p ≤ 0,01).

TABELA 1. Equações de ajuste das variáveis massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF) e área foliar (AF) de cultivares de alface crespa em função do tempo para os ambientes sem e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Variedade	Variável	Sem tela termorrefletora		Com tela termorrefletora	
		Equação	R ²	Equação	R ²
Itapuã	MST	$0,02021 * e^{0,29681X - 0,00325X^2}$	99,99**	$0,02082 * e^{0,22272X - 0,00080X^2}$	99,89**
	MSF	$0,01049 * e^{0,35375X - 0,00464X^2}$	99,95**	$0,01073 * e^{0,28734X - 0,00267X^2}$	99,85**
	AF	$0,01185 * e^{0,33196X - 0,04535X^2}$	99,62**	$0,01137 * e^{0,29470X - 0,00345X^2}$	99,96**
Paola	MST	$0,02112 * e^{0,20817X - 0,00169X^2}$	99,71**	$0,02073 * e^{0,17846X - 0,00119X^2}$	99,64**
	MSF	$0,01959 * e^{0,18020X - 0,00070X^2}$	99,68**	$0,01927 * e^{0,16084X - 0,00076X^2}$	99,64**
	AF	$0,01366 * e^{0,2293X - 0,00250X^2}$	99,86**	$0,01341 * e^{0,22853X - 0,00319X^2}$	99,96**
Vera	MST	$0,03830 * e^{0,20614X - 0,00082X^2}$	99,94**	$0,04026 * e^{0,17462X - 0,00009X^2}$	99,68**
	MSF	$0,02852 * e^{0,21755X - 0,00099X^2}$	99,93**	$0,02870 * e^{0,18954X - 0,00024X^2}$	99,62**
	AF	$0,02254 * e^{0,24437X - 0,00237X^2}$	99,96**	$0,02244 * e^{0,24080X - 0,00230X^2}$	99,94**
Verônica	MST	$0,02033 * e^{0,27773X - 0,00244X^2}$	99,99**	$0,02100 * e^{0,22436X - 0,00097X^2}$	99,67**
	MSF	$0,01939 * e^{0,25873X - 0,00182X^2}$	99,97**	$0,02019 * e^{0,20581X - 0,00050X^2}$	99,78**
	AF	$0,01410 * e^{0,29974X - 0,00348X^2}$	99,95**	$0,01539 * e^{0,23443X - 0,00170X^2}$	99,92**

**significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) representa a velocidade média de crescimento da planta ao longo de seu ciclo (BENINCASA, 2003). Ao analisar as curvas da TCA, observa-se que no ambiente sem tela, a partir dos 7 DAT, as plantas passaram a apresentar um incremento mais expressivo da TCA. Em relação ao ambiente com tela, os valores para a TCA refletem o crescimento mais lento das plantas sob este ambiente, pois as malhas de sombreamento podem atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, e induzir a planta a aumentar área foliar para captar maior quantidade de radiação solar (BANDEIRA et al., 2011) (Figuras 1a e 1b).

De acordo com Pezzopane et al. (2004) a atenuação da radiação promove alterações fotossintéticas e nos fluxos de calor sensível e latente, condições que atuam diretamente no comportamento fisiológico do vegetal. Com relação às cultivares, em ambos os ambientes a cultivar Paola apresentou desempenho inferior às demais cultivares.

Com relação à taxa de crescimento relativo (TCR), que reflete o aumento da matéria seca das plantas em um intervalo de tempo considerando a manutenção do material pré-existente, verifica-se para os dois ambientes um declínio sistemático da TCR com o decorrer do ciclo da cultura (Figuras 1c e 1d). Nota-se, que no ambiente sem tela foram obtidos valores iniciais superiores de TCR em relação ao ambiente com tela, indicando maior incremento no crescimento inicial das plantas neste ambiente. Quanto às cultivares, no ambiente sem tela foi observada maior variação entre as mesmas, sendo que as cultivares Itapuã e Verônica apresentaram TCR muito próxima nos dois ambientes e superiores às demais cultivares, enquanto a cultivar Paola apresentou a menor TCR em ambos os ambientes de cultivo.

O decréscimo da TCR com o decorrer do ciclo da cultura reflete redução na capacidade da planta de produzir

material novo ao longo do ciclo. Benincasa (2003) complementa ainda que este comportamento se deve ao gasto de energia na manutenção dos tecidos, que aumenta com o ganho de massa seca das plantas.

As menores TCA e TCR observadas para o ambiente com tela refletem a influência da mudança do microclima, proporcionada pelo uso da tela termorrefletora, sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois, além de proporcionar temperaturas mais amenas, a tela reduz a incidência dos raios solares (luminosidade), o que nem sempre é favorável à cultura (SANTOS et al., 2010).

Vale salientar que a radiação solar é a principal fonte de energia para as plantas, induzindo a um crescimento vegetativo acelerado (SOUZA NETO et al., 2010), porém, em função dos dias nublados (dados não apresentados) e conseqüente redução da radiação solar direta, houve uma alteração nas condições de cultivo, no qual a tela não mostrou eficiência benéfica para o desenvolvimento da planta, condições que podem ter promovido as menores TCA e TCR para o ambiente sem tela.

A taxa assimilatória líquida (TAL) determina o balanço entre a fotossíntese e a respiração, ou seja, expressa a fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida. Em ambos os ambientes, com e sem tela termorrefletora, observou-se uma tendência de redução da TAL com o decorrer do ciclo da cultura com período de estabilização a partir dos 14 DAT (Figuras 1e e 1f).

Ao comparar os ambientes com e sem tela, observou que no início do ciclo do desenvolvimento das plantas, a TAL foi maior para as cultivares em ambiente sem tela. Ainda de maneira complementar, a cultivar Itapuã foi a que apresentou maior TAL para ambos ambientes, ao compará-la com as demais cultivares. A maior TAL inicial no ambiente sem tela reflete a elevação

da fotossíntese líquida, em função, principalmente, do aumento do índice de área foliar relacionado com a maior TCA das plantas no respectivo ambiente, o que implica em maior interceptação e fixação de energia luminosa por unidade de área foliar (BERGAMASCHI et al., 1988). A

progressiva redução da TAL observada nos dois ambientes pode ser explicada pela redução na capacidade fotossintética das folhas em expansão, em razão do contínuo sombreamento mútuo, além do aumento da carga respiratória de manutenção.

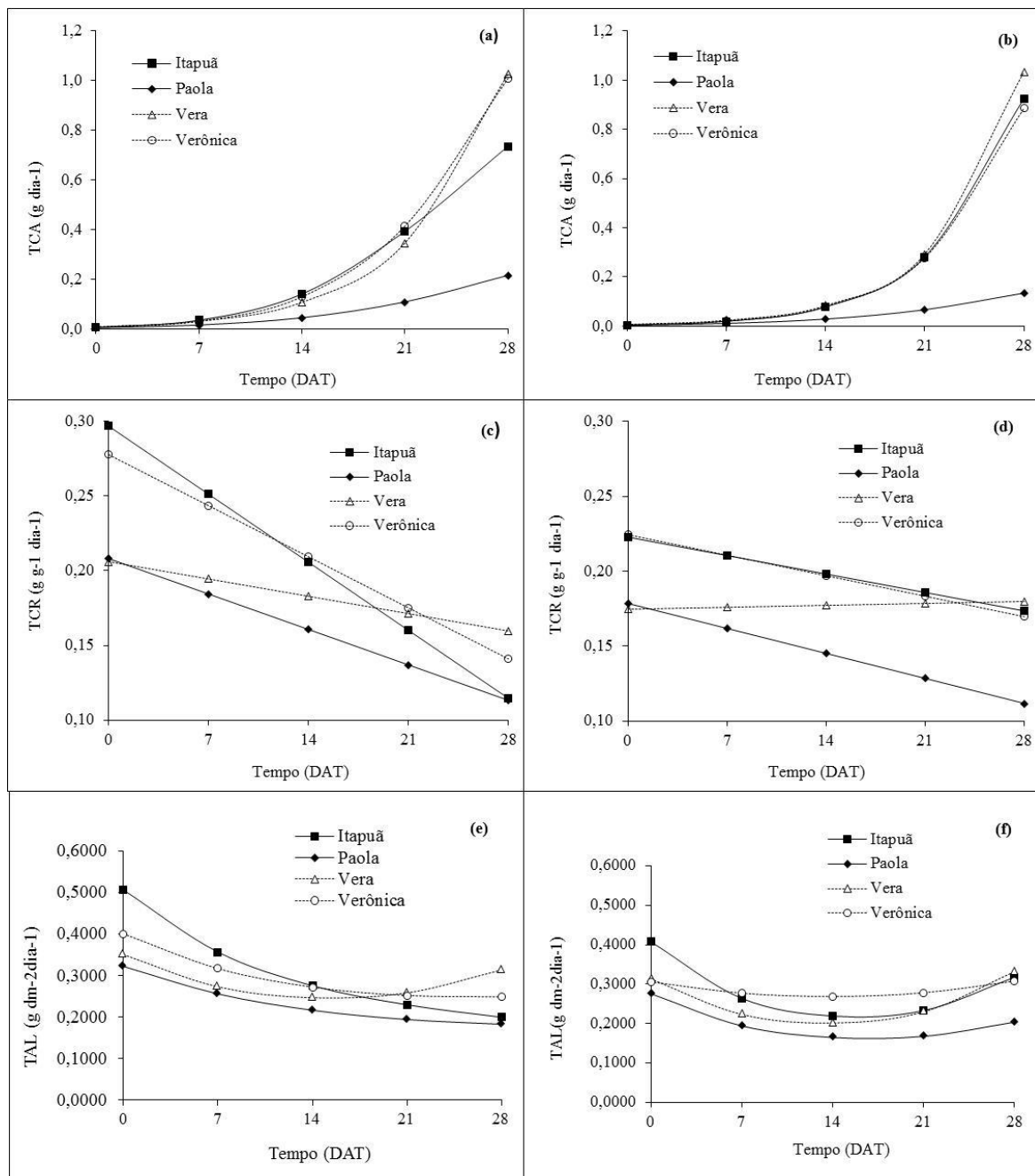


FIGURA 1 - Taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) em função do tempo (dia após transplante - DAT) de cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a, c, e) e com (b, d, f) tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

A razão de área foliar (RAF) representa a área foliar em uso pela planta para produzir um grama de matéria seca (Figuras 2a e 2b). No ambiente com tela, os valores da RAF foram superiores aos observados no ambiente sem tela, em função da tela termorrefletora diminuir a incidência de radiação solar direta sobre a cultura, aumentando a necessidade de área foliar

necessária para realização da fotossíntese. Quanto às cultivares, verifica-se que no ambiente com tela a cultivar Verônica apresentou RAF inferior às demais cultivares durante praticamente todo o ciclo de cultivo, e indica que este ambiente favoreceu a cultivar, que se utilizou de menor área foliar para produzir a mesma quantidade de matéria seca que as demais cultivares.

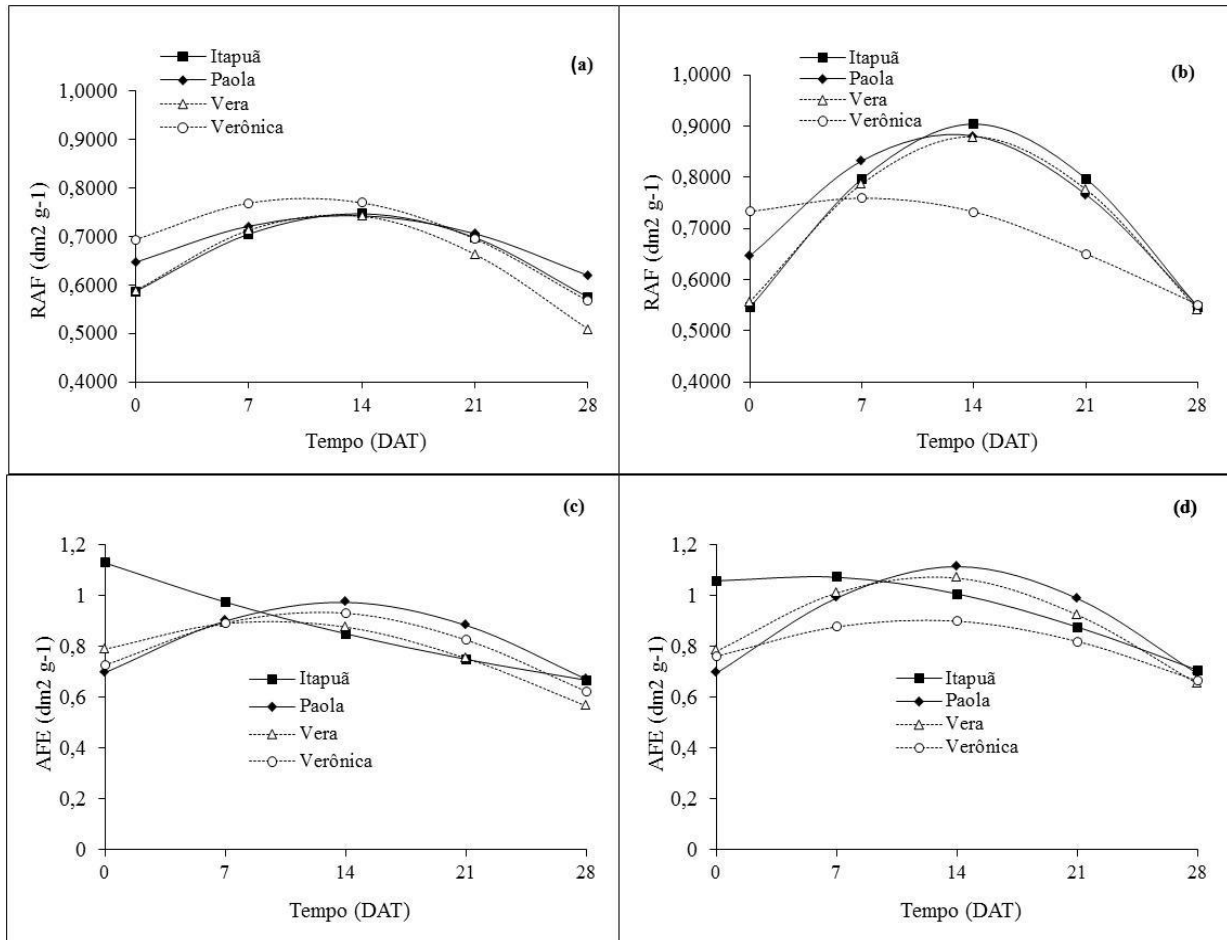


FIGURA 2 - Razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) em função do tempo (dias após transplantio - DAT) de cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a, c) e com (b, d) tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, 2008.

Na fase vegetativa, maior parte do material fotossintetizado é convertido em folhas para maior captação da radiação solar incidente, ocorrendo decréscimos subsequentes a partir dessa fase com o desenvolvimento da cultura (URCHEI et al., 2000). Para Santos Júnior et al. (2004) a queda na RAF com o avanço da idade da planta reflete a redução da capacidade fotossintética em relação ao aumento da massa total da mesma.

A área foliar específica (AFE), que representa o componente morfológico e anatômico da RAF (Figuras 2c e 2d), também apresentou ligeira superioridade no ambiente com tela termorrefletora. Decréscimo mais expressivo da AFE foi observado para a cultivar Itapuã nos dois ambientes de cultivo. Para as demais cultivares, foi verificado incremento da AFE até os 14 DAT e subsequente decréscimo desse parâmetro. A redução geral da AFE a partir dos 14 DAT indica acúmulo de fotoassimilados nas folhas ao longo do ciclo, resultando em aumento da espessura em detrimento à expansão foliar.

A cultivar Paola apresentou maior AFE dentre as cultivares estudadas para os dois ambientes, com formação de folhas mais tenras, uma vez que a AFE representa a relação entre área e fitomassa da folha refletindo as

diferenças no espessamento foliar (RADFORD, 1967). Aquino et al. (2007) observaram AFE 40% superior da alface no ambiente com tela termorrefletora em relação ao ambiente sem tela, indicando folhas mais tenras (menos espessas) adequadas a consumidores mais exigentes.

A temperatura média do ar, assim como a evaporação no ambiente com termorrefletora, foram ligeiramente inferiores ao ambiente sem tela durante o ciclo de cultivo da alface, resultando em menor lâmina de água evaporada no ambiente com tela (dados não apresentados).

Esta constatação comprova a capacidade de reflexão propiciada pela tela termorrefletora, no sentido de reduzir a quantidade de radiação solar incidente no ambiente com tela modificando o saldo de radiação e consequentemente as temperaturas do solo e do ar, como também constatado por Guiselini e Sentelhas (2004). Pereira et al. (2002) explicam que há menor disponibilidade energética para o processo de transferência de calor latente em ambientes com tela de sombreamento, em função da atenuação da radiação solar pela tela, menor temperatura do ar e maior umidade relativa do ar.

Quanto às características produtivas da alface, a análise de variância revelou que não houve efeito

significativo para a interação entre os fatores cultivares e ambiente. Dessa forma, os resultados são apresentados

independentemente para cada fator (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2. Altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DCO), massa fresca de folhas (MFF) e parte aérea (MFPA) e produtividade (PROD) de cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido sob sistema orgânico. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Cultivar	ALT	DCO	NF	MFF	MFPA	PROD
	----- cm -----			----- g -----		t ha ⁻¹
Itapuã	22,78 ab	31,81 a	14,44 a	136,58 a	147,40 a	16,38 a
Paola	11,27 c	16,52 b	9,90 b	37,52 b	39,34 b	4,37 b
Vera	21,32 b	31,35 a	14,98 a	140,78 a	150,25 a	16,69 a
Verônica	23,10 a	33,24 a	14,88 a	147,52 a	159,50 a	17,72 a
CV (%)	7,90	9,78	10,57	21,02	23,06	23,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

TABELA 3. Altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DCO), massa fresca de folhas (MFF) e parte aérea (MFPA) e produtividade (PROD) de alface cultivada em ambiente protegido sob sistema orgânico sem e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Ambiente	ALT	DCO	NF	MFF	MFPA	PROD
	----- cm -----			----- g -----		t ha ⁻¹
Sem tela	19,30 a	27,27 b	14,35 a	181,74 a	134,77 a	14,97 a
Com tela	19,94 a	29,19 a	12,74 b	144,89 b	113,48 b	12,61 b
CV (%)	7,90	9,78	10,57	21,02	23,06	23,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para altura de planta, a cultivar Verônica apresentou média superior (23,10 cm), sem diferir da cultivar Itapuã (22,78 cm). Quanto ao número de folhas, com exceção da cultivar Paola, as cultivares apresentaram em média 15 folhas por planta.

Com relação à massa fresca de folhas, as cultivares Vera e Verônica apresentaram em média 144 g por planta, resultados inferiores aos obtidos por Lima et al. (2004) em estudo com diferentes espaçamentos de cultivo em campo experimental, cujos resultados obtidos variaram entre 236 e 302 g por planta para as mesmas cultivares. As produtividades apresentadas pelas cultivares Itapuã, Vera e Verônica, encontram-se muito próximas daquelas encontradas por Aquino et al. (2007) para a cultivar Verônica cultivada em condições de campo (16,32 t ha⁻¹). Por outro lado, Grangeiro et al. (2006) apontam produtividades superiores para a cultivar Verônica, também cultivada em condições de campo de 20,8 t ha⁻¹.

A cultivar Paola apresentou a menor média entre as cultivares para todas as variáveis avaliadas, evidenciando seu menor potencial produtivo sob as condições do estudo. Os resultados mais expressivos em relação à inferioridade da cultivar Paola em relação às demais cultivares referem-se ao acúmulo de massa fresca de folhas e de parte aérea (37,52 e 39,34 g por planta) e produtividade (4,37 t ha⁻¹), e que indicam que a cultivar possui menor potencial produtivo.

O menor desenvolvimento das cultivares avaliadas neste estudo pode estar relacionado à elevada

incidência de dias nublados durante a condução do experimento, comprometendo a incidência de radiação solar, pois quanto maior o fluxo de fótons fotossintéticos no ambiente, maior a fotossíntese realizada pela planta e maior a produção de fotoassimilados, o que se reflete no crescimento e desenvolvimento vegetal (BEZERRA NETO et al., 2005).

Salienta-se que para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas, os fatores ambientais que interferem nesse processo (fotossíntese, transpiração, respiração, absorção de água e elementos minerais e seu transporte) devem ajustar-se a níveis considerados ótimos, já que a relação que há entre eles depende da taxa ou velocidade do processo fotossintético e, por consequência, o crescimento das plantas (CALVETE; TESSARO, 2008).

Quanto à influência dos ambientes com e sem tela sobre as características produtivas da alface, observou-se que a altura das plantas não diferiu estatisticamente entre os dois ambientes, com valor médio de 19,62 cm. Bezerra Neto et al. (2005), ao testarem diferentes tipos de telas sobre o rendimento da alface, obtiveram altura de planta superior sob telas de sombreamento em relação à testemunha.

No ambiente sem tela termorrefletora foi observado maior valor médio para número de folhas, massa fresca de folhas e parte aérea e produtividade em relação ao ambiente com tela. O uso da tela termorrefletora reduziu o acúmulo de massa fresca de parte aérea e a produtividade da alface em 19%. Aquino et al. (2007)

verificaram também que o uso de telas não favoreceu a produção de massa seca de folhas da alface, atribuindo este resultado ao menor nível de irradiância solar em função do uso de tela que interferiu diretamente nos processos físicos, fisiológicos e bioquímicos da planta. Bezerra Neto et al. (2005) verificaram aumento do número de folhas por planta e da produtividade da cultura de alface ao utilizar tela de sombreamento na cor branca, fato este que pode estar relacionado com o maior fluxo de fótons no ambiente, que culmina em maior taxa fotossintética e produção de fotoassimilados.

De fato, neste estudo, o uso da tela termorrefletora (50%) não proporcionou os efeitos desejados de melhor desenvolvimento da alface em função da atenuação da radiação solar incidente, pois o microclima proporcionado pela tela não favoreceu o crescimento e produção da cultura. A justificativa para tal efeito é de que a elevada incidência de dias nublados e chuvosos durante a condução do experimento tenha provocado um excesso de sombreamento principalmente no ambiente com tela, comprometendo o crescimento e também o acúmulo de matéria fresca da alface. Segundo Gautier et al. (1999) o excesso de sombreamento atua sobre os processos fisiológicos da cultura, reduzindo a taxa de aparecimento de folhas como resposta das plantas à redução da radiação.

CONCLUSÕES

O uso da tela termorrefletora proporcionou redução da produtividade da cultura em 19%, não correspondendo à expectativa de melhoria no desempenho produtivo da alface.

A cultivar Paola apresentou menor potencial produtivo quando comparada às cultivares Verônica, Vera e Itapuã, sob as condições de ambiente estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O.; CECON, P.R.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F.; CASTRO, M.R.S. 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.
- BANDEIRA, G.R.L.; PINTO, H.C.S.; MAGALHÃES, P.S.; ARAGÃO, C.A.; QUEIROZ, S.O.P.; SOUZA, E.R.; SEIDO, S.L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.237-241, 2011.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas** (Noções básicas). 2. ed. Funep: Jaboticabal, 2003.
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; OMETTO, J.C.; ANGELOCCI, L.R.; LIBARDI, P.L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento e fenologia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.7, p.733-743, 1988.
- BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C.; NEGREIROS, M.Z.; ROCHA, R.H.; QUEIROGA, R.C.F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.189-192, 2005.
- CALVETE, E.O.; TESSARO, F. Ambiente protegido: aspectos gerais. In: PETRY, C. **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. 2. ed. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2008. p.24-45.
- CAVIGLIONE, J.H.; CARAMORI, P.H.; KIIHL, L.B.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000. 1 CD-ROM.
- COSTA, C.M.F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G.R.; SOUZA, S.B.S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina**, Londrina, v.32, n.1, p.93-102, 2011.
- FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Universidade Federal de Lavras, 2003.
- 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**, Oxford, v.83, n.4, p.423-429, 1999.
- GEISENHOF, L.O.; PEREIRA, G.M.; FARIA, L.C.; LIMA JÚNIOR, J.; COSTA, G.G.; GATTO, R.F. Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras - MG. **Revista Agrarian**, Dourados, v.2, n.6, p.61-69, 2009.
- GRANGEIRO, L.C.; COSTA, K.R.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.190-194, 2006.
- 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.
- LIMA, A.A.; MIRANDA, E.G.; CAMPOS, L.Z.O.; CUZNATO JÚNIOR, W.H.; MELO, S.C.; CAMARGO, M.S. Competição das cultivares de alface Vera e Verônica em dois espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.314-316, 2004.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Rio Grande do Sul, 2002. 478p.
- PEZZOPANE, J.E.M.; OLIVEIRA, P.C.de; REIS, E.F.dos; LIMA, J.S.S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.9-15, 2004.
- PORTES, T.A.; CASTRO JÚNIOR, L.G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.3, n.1, p.53-56, 1991.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES JUNIOR, J. Análise de crescimento do capim-Marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1985-1991, 2004.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- SANTOS, L.L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M.C.M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83-93, 2010.
- SOUZA NETO, O.N.; DIAS, N.S.; ATARASSI, R.T.; REBOUÇAS, J.R.L.; OLIVEIRA, A.M. Produção de alface hidropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletoras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.4, p.84-90, 2010.
- URCHEL, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.