

CRESCIMENTO DE MUDAS DE TOMATEIRO COM DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO

GROWTH OF TOMATO SEEDLINGS WITH DIFFERENT SHADE NETS

Cláudio Ricardo da SILVA¹; Camila de Souza VASCONCELOS²; Valdiney José da SILVA³; Larissa Barbosa de SOUSA³; Maria Cristina SANCHES⁵

1. Professor do Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. claudio@iciag.ufu.br; 2. Aluna do curso de Graduação em Agronomia do ICIAG, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Alunos do curso de Pós-Graduação em Agronomia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 4. Professora do Instituto de Biologia – INBIO – UFU, Uberlândia, MG, Brasil

RESUMO: As telas de sombreamento são amplamente utilizadas para controlar a radiação solar excessiva. Novos aditivos, dispersivos e elementos refletivos têm sido incorporados nas telas durante o processo de fabricação para modificar a qualidade espectral da radiação e obter respostas fisiológicas desejadas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes telas de sombreamento no desenvolvimento de mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. cv. Caline IPA 6). Foram utilizadas quatro telas com 50% de sombreamento (preta, aluminizada, vermelha e cinza). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. As variáveis estudadas foram: a altura e diâmetro final das plantas, massa de matéria seca de raiz e parte aérea, índice de clorofila, radiação fotossinteticamente ativa e temperatura do ar. As telas influenciaram no microclima e nas variáveis de crescimento do tomateiro. De acordo com os resultados a tela aluminizada apresentou melhor desempenho que às telas fotosselativas e preta, embora estudos complementares necessitem serem feitos para maior avaliação do potencial de uso das telas em cultivo com tomateiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*. Casa de vegetação. Cobertura. Radiação.

INTRODUÇÃO

Embora o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) seja considerado uma espécie de ampla capacidade de adaptação, as adversidades meteorológicas podem reduzir a produção, seja por causar danos diretos à cultura ou favorecer incidência de pragas e doenças de difícil controle (MAKISHIMA; MIRANDA, 1995).

Nesse sentido, em muitas culturas agrícolas, as telas de sombreamento preta e aluminizada, também conhecida como termo-refletora, têm sido amplamente utilizadas para amenizar o excesso de radiação solar e temperatura, em especial, no verão. As telas protegem ainda, contra danos mecânicos causados pela chuva, granizo e vento, além de oferecer proteção ao ataque de pássaros e insetos (RAJAPAKSE; SHAHAK, 2007). Outra interessante vantagem é que a tela de sombreamento fornece conforto térmico ao trabalhador, podendo aumentar sua eficiência nas tarefas dos tratos culturais, fitossanitários e colheita (ROCHA, 2007).

Em tomateiro cultivado sob alta radiação solar (e.g. climas tropicais), tem-se verificado que as plantas produzem melhor quando cultivadas com sombreamento de 30 a 50% (ROCHA, 2007; OTONI, 2010; AYALA-TAFOYA et al., 2011; ILÍC et al., 2012). Nos últimos anos, cientistas israelenses, em colaboração com a indústria

Polysack Plastic Industries Ltda, desenvolveram telas de sombreamento fotosselativas (Chromatinet®) que, além de atenuar a radiação e oferecer proteção contra as intempéries, permite modificá-la qualitativamente. Nestas telas são incorporados aditivos cromáticos, elementos dispersivos e reflexivos durante sua fabricação, com o objetivo de aumentar a radiação difusa e modificar a qualidade espectral da radiação transmitida (SHAHAK et al., 2008).

Desde então, as telas fotosselativas têm sido gradativamente implementadas no mundo e avaliadas para diversas culturas, clima e sistema de cultivo (SHAHAK et al., 2008). Porém os resultados ainda não são conclusivos. Em tomateiro, no México, AYALA-TAFOYA (2011) verificaram que a tela fotosselativa de coloração pérola incrementou a produtividade total em 28,1% comparativamente à produtividade obtida pelas telas negra e aluminizada. ILÍC et al. (2012) na Sérvia, avaliaram o efeito das telas isoladas ou em combinação com a cobertura de plástico, na produtividade e qualidade do tomateiro e, concluíram que, as telas vermelha e pérola isoladas aumentaram a produtividade total, melhoraram a aparência do fruto e afetou a biossíntese de licopeno e betacaroteno. Em Juazeiro, ROCHA (2007) testou diversas telas (aluminizada, fotosselativa, preta e branca) com 40% de sombreamento no cultivo de dois híbridos de

tomateiro e, concluíram que a produção foi maior nos tratamentos sombreados, mas não houve diferenças significativas entre as telas testadas.

Para as condições climáticas de Minas Gerais, que apresenta valores médios de irradiância solar global elevados, entre 14 a 18 MJ m⁻² d⁻¹ com insolação de 5-7h (TIBA, 2000), a manipulação quantitativamente e qualitativamente da radiação solar, uma fonte natural e sem custo, pelas telas de sombreamento, torna-se uma opção sustentável para otimizar a produção agrícola.

O objetivo deste trabalho foi comparar as diferenças nas características fisiológicas e morfológicas na produção de mudas de tomateiro submetidas a diferentes telas de sombreamento, em Uberlândia, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia, no período de 27 de fevereiro a 29 de março de 2012. O município de Uberlândia está limitado pelas coordenadas geográficas de 18°30' de latitude sul e 47°50' de longitude oeste, localizado na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas. Cada parcela constou de uma bandeja de isopor de 200 células, contendo uma muda por célula. Os tratamentos compuseram-se de duas telas fotosselativas, sendo uma de coloração vermelha (T1) e a outra cinza (T2); uma tela aluminizada (T3) e uma tela preta, esta considerada como padrão (T4). Todas as telas proporcionavam o mesmo índice de sombreamento, ou seja, 50% de transmitância na região da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). As telas foram colocadas, acima das bandejas, distanciadas cerca de 50 cm de altura, deixando-se as laterais abertas para permitir livre ventilação.

Características das telas

De acordo com o fabricante, a tela vermelha tem como características, maior transmitância em comprimentos de onda na faixa de 590 a 750nm, que correspondem ao vermelho e vermelho-distante. Na tela cinza a distribuição da radiação é causada pela refração da luz direta através de cristais da malha cinza, bloqueando a radiação infravermelha e aumentando a radiação difusa. A tela aluminizada é uma tela metalizada que permite a moderação da diferença de temperaturas entre o dia e a noite, além

de promover ótima transmissão de luz difusa. Já a tela preta reduz a intensidade de radiação sem alterar o espectro e a difusão da luz transmitida (ZABELTITZ, 2011).

Tratos culturais

As células das bandejas foram preenchidas com substrato comercial (Bioplant®), composto por casca de pinus, vermiculita, agentes agregantes, fibra de coco e complementos minerais (NPK + micronutrientes). Para a semeadura, realizada em 27/02/2012, utilizaram-se quatro sementes da cultivar Caline IPA-6, muito cultivada e comercializada na região. O desbaste foi realizado no dia 13 de março de 2012, deixando apenas a planta mais vigorosa por célula. O sombreamento foi implementado logo após a semeadura e permaneceu por 30 dias, quando as mudas estavam aptas para ir a campo, momento em que as avaliações do experimento foram encerradas.

Durante o experimento, foram feitas de duas a três irrigações por dia, de forma manual, com o objetivo de manter o substrato sempre próximo à capacidade de campo. Além disso, foram feitas duas adubações foliares, a primeira no dia 14 de março de 2012 e a segunda uma semana depois (21/03/2012); utilizou-se adubo comercial NPK, na formulação 8-8-8 com adição de micronutrientes, com solução preparada com 10 mL do produto por litro de água.

Características de crescimento analisadas

As características avaliadas foram: crescimento em altura (H), diâmetro do caule das plantas (D), massas da matéria seca da raiz (MSR) e parte aérea (MAS) e teor de clorofila nas folhas (C). Para avaliar a altura de plantas utilizou uma trena, medindo-se do colo da planta à gema apical, feitas do dia 7 a 23 de março de 2012; foram cinco avaliações, repetidas a cada quatro dias dentro desse intervalo. O diâmetro do caule foi medido na base da planta com o auxílio de um paquímetro digital, no último dia do experimento. Com o objetivo de eliminar o efeito de bordadura e qualquer influência externa, as plantas úteis para tais medições foram as 12 plantas centrais de cada parcela. Para a massa de matéria seca de raiz e de parte aérea, o procedimento consistiu em: após a lavagem da planta, seccionou-se o caule à altura do colo da planta. A parte aérea e as raízes foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, até atingirem peso constante. Pesou-se o material em balança digital com 0,01g de precisão. As plantas para a pesagem foram retiradas do centro das bandejas, eliminando o efeito de bordadura e totalizando 32 plantas por parcela. O índice de

clorofila (IC, adimensional) das folhas, foi obtido por meio de um clorofilômetro portátil (clorofiLOG, Falker Automação Agrícola Ltda) que fornece medições relativas do total de clorofila (0 a 100) e que correlaciona-se linearmente com o teor de clorofila total (ARGENTA et al., 2001; RIGON, et al., 2012). As medições do IC foram feitas às 08h30min e terminadas às 10h00min. Em cada parcela, foram medidos valores de folhas mais desenvolvidas da porção terminal de cinco plantas diferentes escolhidas ao acaso, realizando-se a média das folhas em cada parcela.

Variáveis meteorológicas

Ao término do experimento, a densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) foi medida ao meio-dia, com céu claro, em cada parcela com auxílio de um sensor (modelo LI190SB, Li-CORBiosciences) acoplado a um leitor portátil de dados (modelo LI-250A, Li-CORBiosciences). A medição da temperatura do ar também foi realizada, em três horários às 8, 12 e 18h, com auxílio de um equipamento portátil (mod. THAL-300Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda). Para a medição da temperatura do ar, em função do tempo de resposta do sensor, as leituras em cada parcela foram feitas após um tempo de espera de 1min.

Análise dos dados

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

com auxílio do programa computacional SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios medidos da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) nos tratamentos. A pleno sol, a DFFF medida apresentou valor em torno $1.700 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nos tratamentos. Em muitas plantas C_3 , a saturação da fotossíntese é alcançada entre 800 a $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (PIMENTEL et al., 2011). Conforme observado por ROCHA (2007), em Cruz das Almas, plantas de tomate ao longo do ciclo de desenvolvimento apresentam fotossíntese mais eficiente entre 477 a $517 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

As malhas provocaram reduções entre 49,3 a 57,8% e, de maneira geral, estão próximos aos valores especificados pelo fabricante (50-55%). Com a redução, os valores medidos de DFFF variaram 636,3 a $766,8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ abaixo das telas. Desta forma, justifica-se a utilização da tela de sombreamento, uma vez que se as plantas estivessem sendo cultivadas em condições de sol pleno poderiam sofrer estresse radiativo e térmico. Observa-se que as reduções foram maiores para as telas vermelha e aluminizada. AYALA-TAFOYA et al. (2011) verificaram maiores reduções nas telas aluminizada, seguida pelas telas pretas e vermelhas. ILÍC et al. (2012) verificaram reduções de 55,5% e 59,5% para as telas vermelha e preta, respectivamente.

Tabela 1. Valores médios da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) medidos abaixo das telas em um dia de céu limpo e redução média proporcionada pelas telas. Uberlândia, março de 2012.

Telas	DFFF ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Redução (%)
T1 (vermelha)	$636,3 \pm 29,3$	57,8 a
T2 (cinza)	$803,1 \pm 58,5$	49,3 b
T3 (aluminizada)	$734,5 \pm 58,6$	55,7 a
T4 (preta)	$766,8 \pm 124,9$	52,9 b
Coefficiente de Variação(%)		4,5%

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey;* média de quatro repetições.

A temperatura do ar observada sob as telas estão apresentados na Figura 1. Os resultados indicam que as telas modificaram o microclima. O tratamento correspondente à tela aluminizada apresentou menor temperatura ao longo do dia, sendo, em média, 1°C inferior à tela preta. As telas vermelhas e pretas apresentaram a menor amplitude térmica. O estresse térmico afeta negativamente o teor de clorofila, a fotossíntese líquida e a condutância estomática em plantas de tomate (MORALES et al., 2003). Considerando que, em

condições tropicais, muitas vezes o excesso de radiação e temperaturas elevadas são os principais fatores limitantes do crescimento e produtividade das culturas (WAHID et al., 2007), do ponto de vista térmico, a tela aluminizada seguida da tela cinza (para as 14h) foram as mais eficientes em manter a temperatura abaixo de 30°C , valor limite crítico superior da temperatura do ar para início de efeitos negativos no crescimento do tomateiro (WAHID et al., 2007).

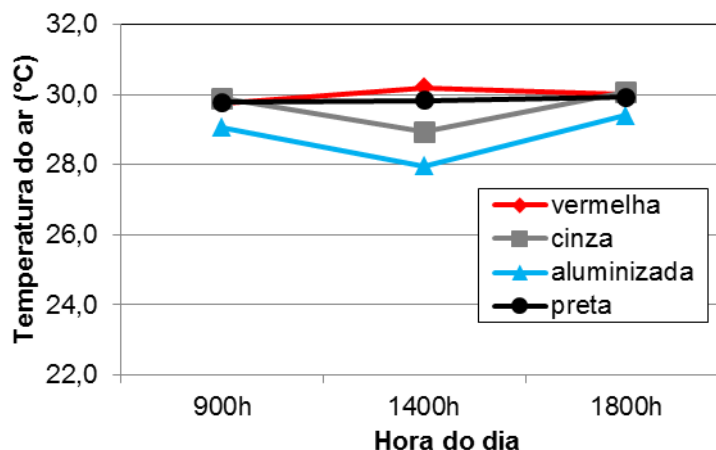


Figura 1. Temperatura média do ar (°C) sob as telas às 8h00min, 14h00min e 18h00min no dia 26/03/2012. Uberlândia, março de 2012.

Conforme os dados associados ao vigor das plantas (Tabela 2) verificou-se que as telas não influenciaram a altura final das plantas (H), o diâmetro final do colo (D) e massa de matéria seca de raízes (MSR). Porém, houve respostas para a massa de matéria seca da parte aérea (MAS), com menor valor sob a tela preta (1,96g) quando comparado sob tela aluminizada (2,43g). Nota-se, portanto que os maiores valores de massa de matéria seca da parte aérea foram obtidos nas plantas sob telas na qual as temperaturas foram mais baixas. Uma das consequências fisiológicas decorrentes do

aumento de temperatura refere-se ao desequilíbrio no balanço de carbono das plantas. Em geral a fotossíntese decresce ao passo que processos de respiração e foto-respiração aumentam, afetando a biomassa do vegetal como um todo (WAHID et al., 2007; LAMBERS et al., 2008). As plantas sob telas com maiores reduções de DFFF (aluminizada e vermelha) promoveram maior massa foliar, que coincide com os resultados obtidos por AYALA-TAFOYA et al. (2011).

Tabela 2. Valores médios de a altura (H) e o diâmetro final do caule das plantas (D), massa total da matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MAS) e índice de clorofila nas folhas (ICF) em cada tratamento. Uberlândia, março de 2012.

Telas	H*	D*	MSR*	MAS*	ICF*
	(cm)	(cm)	(g)		
T1(vermelha)	9,7	2,6	0,70	2,33ab	24,5 b
T2 (cinza)	8,9	2,4	0,66	2,04ab	26,3 b
T3 (aluminizada)	9,8	2,5	0,78	2,43 a	32,9 a
T4 (preta)	8,9	2,4	0,70	1,96 b	34,6 a
Média	9,3	2,5	0,71	2,19	29,6
CV (%)	10,0	6,7	12,3	10,0	9,5
DMS	1,9	0,3	0,2	0,5	5,9

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; * média de quatro repetições. CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

As plantas sob a tela aluminizada e sob a tela preta apresentaram os maiores valores de índice de clorofila (ICF). As folhas sombreadas apresentam, em geral, menor teor de clorofila por unidade de área do que aquelas nas folhas sob níveis maiores de luz (BOARDMAN, 1977). Para as folhas sombreadas não seria de muita utilidade um aumento de clorofila uma vez que não há DFFF

suficiente para o total aproveitamento da clorofila e, além disso, a manutenção de um elevado nível de fotossíntese está associada a altas taxas de respiração e gasto energético (LAMBERS et al., 2008). Entretanto, tem-se observado uma ampla variação de respostas, podendo os teores de clorofila aumentar, diminuir ou permanecer inalterado com o acréscimo de luz (MURCHIE; HORTON, 1998).

Em tomateiro, Ayala-Tafoya et al. (2011) verificaram aumentos em ICF para as telas com maior transmissividade de RFA. Neste estudo os níveis mais altos (>30) para índice de clorofila (ICF) foram obtidos para as plantas sob as telas aluminizada e preta. A tela cinza, apesar da pouca redução na DFFF, apresentou valores inferiores de ICF. Desta maneira, é provável que outros fatores estejam atuando no ICF, como a temperatura do ar e o grau de senescência da folha, entre outros.

CONCLUSÕES

As diferentes telas de sombreamento interferiram no microclima e nas características de crescimento das plantas de tomateiro.

A tela aluminizada, com 50%, apresentou menor quantidade de densidade de fluxo fotossintético e menor temperatura do ar. Sob tais condições houve maior desenvolvimento da parte aérea nas plantas de tomateiro.

De maneira geral, as telas fotosselativas (vermelha e cinza) não apresentam resultados de destaque, muito embora, estudos de longo prazo são necessários para avaliar a consequência e os possíveis benefícios decorrentes da diminuição da temperatura e da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos sobre o acúmulo da biomassa e da produtividade na cultura do tomateiro.

ABSTRACT: The shade nets are widely used to control excessive solar radiation. Recently, new additives, dispersive and reflective elements have been incorporated into the netting materials during manufacturing to modify the spectral quality of the radiation in order to reach desired physiological crop responses. The aim of this study was to evaluate the effect of different shade nets in developing seedlings of tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Caline IPA 6). Four nets with 50% shading (black, aluminated, red and gray photo-selective nets) were studied. The experimental design was completely randomized with four treatments and four replications. The variables studied were: height and diameter of the final plants, the dry mass of roots and shoots, chlorophyll index, the photosynthesis photon flux density and air temperature. The nets influenced the microclimate variables and the growth of tomato seedlings. According to the results, the aluminated net performed better than the photo-selectives nets and black, although further studies need to be done for further evaluation of the potential use of screens with tomato cultivation.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*. Greenhouse. Cladding. Radiation.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F Da; BARTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. I.; Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraíveis e nitrogênio nas folhas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

AYALA-TAFOYA, F.; ZATARAIN-LÓPEZ, D. M.; VALENZUELA-LÓPEZ, M.; PARTIDA-RUVALCABA, L.; VELÁZQUEZ-ALCARAZ, T. de J.; DÍAZ-VÁLDÉZ, T. OSUNA-SÁNCHEZ, J. A. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. **Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 29, n. 4, p. 403-4010, 2011.

BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, n. 1, p. 355-377, 1977.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

ILÍC, Z.S.; MILENKOVÍČ, L.; STANOJEVÍČ, L.; CVETKOVÍČ, D. FALLIK, E. Effects of modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits. **Scientia Horticulturae**, Mission, v. 139, p. 90-95, 2012.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, S T; PONS, T. J. **Plant Physiological Ecology**, Madison. Springer-Verlag, 2008. 2ed. 604p.

MAKISHIMA N; MIRANDA J. E. C. **Cultivo do tomate**. Brasília: EMBRAPA CNP Hortalças. 22p. 1995. (Instruções Técnicas, 11).

MORALES, D.; RODRIGUEZ, P.; DELL'AMICO, J.; NICOLAS, E.; TORRECILLAS, A.; SANCHEZ-BLANCO, M. J. High-temperature preconditioning and thermal shock imposition affects water relations, gas exchange and root hydraulic conductivity in Tomato. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 47 p. 6–12, 2003.

MURCHIE, E. H.; HORTON, P. Contrasting patterns of photosynthetic acclimation to the light environment are dependent on the differential expression of the responses to altered irradiance and spectral quality. **Plant, Cell & Environment**, Logan, v. 21, p. 139–148, 1998.

OTONI, B. S. **Caracterização e produção de dois híbridos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cultivados sob diferentes níveis de sombreamento**. 2010. 33f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Curso de Pós-Graduação em Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba, MG, 2010.

PIMENTEL C., OLIVEIRA, R. F., RIBEIRO, R. F., SANTOS M. G., MACHADO E. C. Características fotossintéticas de *Phaseolus vulgaris* L. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 273-279, 2011.

RAJAPAKSE, N. C.; SHAHAK, Y. Light quality manipulation by horticulture industry. In: Whitlam, G. C.; HALLIDAY, K. J. **Light and Plant Development**, Leicester, 2007. p. 290-312.

RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S.; BELTRÃO, N. M.; BRITO NETO, J. F.; SOFIATTI, V.; FRANÇA, V. F. Non-destructive determination of photosynthetic pigments in the leaves of castor oil plants. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 325-329, 2012.

ROCHA, R. C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação Agronomia – Horticultura, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

SHAHAK, Y.; GAL, E.; OFFIR, Y.; BEM-YAKIR, D. Photosensitive shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. **Acta Horticulturae**, Korbeek, v. 797, p. 75-80, 2008.

TIBA, C. (coord). **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000. 111p.

ZABELTITZ, C. von. **Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control**. Springer: London, 2011, 363p.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Heat tolerance in plants: an overview. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v. 61, p. 199–223, 2007.