



CAMILA DE SOUZA VASCONCELOS

**USO DE TELAS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE
TOMATEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.
Orientador: CLÁUDIO RICARDO DA SILVA

**UBERLÂNDIA
2013**

RESUMO

As telas de sombreamento são amplamente utilizadas para atenuar a radiação solar excessiva. Recentemente, além da atenuação, 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 a influência de telas fotoseletivas no microclima e desenvolvimento de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Para tal, sementes da cultivar CalineIPA6 foram semeadas em bandejas sob quatro telas de 50% de sombreamento (vermelha, cinza, aluminizada e preta), além do tratamento a pleno sol, como testemunha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de 200 plantas por parcela. As avaliações foram realizadas durante 30 dias, sendo as variáveis estudadas: velocidade de emergência, altura das plantas, diâmetro do caule, massa de matéria seca de raiz e parte aérea, índice de clorofila, radiação fotossinteticamente ativa e temperatura do ar. A utilização das telas de sombreamento proporcionou melhor qualidade nos tratamentos em ambiente protegido, melhorando o desempenho da cultura. De acordo com os resultados, a tela aluminizada apresentou melhor desempenho que as telas coloridas e pretas, embora estudos complementares necessitem serem feitos para maior avaliação do potencial de uso das telas em cultivo com tomateiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., casa de vegetação, cobertura, radiação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) atinge níveis tecnológicos muito altos nos dias de hoje e a exigência por qualidade fica cada vez maior, implicando assim em uso maior de mão-de-obra especializada, mecanização moderna para operações de preparo de solo, irrigação e pulverizações, entre outros. Nesse sentido, os custos de produção ficam cada vez mais altos e qualquer prática de manejo que vise aperfeiçoar a produção é bem vista (FILGUEIRA, 2003).

Embora seja considerada uma espécie de ampla capacidade de adaptação às condições adversas do ambiente, as dificuldades climáticas podem reduzir substancialmente a produção das referidas cultivares, seja por danos diretos à cultura ou por favorecerem a incidência de pragas e doenças de difícil controle (MAKISHIMA e MIRANDA, 1995).

As telas para sombreamento são utilizadas em muitas culturas agrícolas para amenizar o excesso de radiação solar, em especial no verão, proteção contra danos mecânicos causados por intempéries meteorológicas, como chuva, granizo e vento além de oferecer proteção ao ataque de pássaros e insetos (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007). Estudos têm mostrado que o uso correto dessas telas pode interferir positivamente em produtividade, homogeneidade no crescimento e melhor sanidade em plantas de tomateiro. Otoni et al. (2010) objetivando avaliar o rendimento agrônômico e a qualidade do cultivo de tomateiro em diferentes níveis de sombreamento, observaram que em ambiente condicionado com telas de 50% de sombreamento as plantas apresentaram maior altura, maior número de folhas, maior número de frutos, em relação aos tratamentos com 30% e 18% de sombreamento. Por fim, a produtividade comercial foi mais elevada com os tratamentos de 30% e 50% de sombreamento.

Em viveiros, as telas de sombreamento na coloração preta normalmente são as mais utilizadas, variando de 40 a 80% de sombreamento. Porém, tais telas não interferem espectralmente na radiação transmitida, muito menos na quantidade de radiação difusa (von ZABELTITZ, 2011).

Nos últimos anos, cientistas israelenses em colaboração com a indústria Polysack desenvolveram telas de sombreamento fotoseletivas (Chromatinets®), que, além de atenuar radiação e oferecer proteção contra as intempéries, permite modificá-la qualitativamente. Nestas telas são incorporados aditivos cromáticos, elementos dispersivos e refletivos durante

sua fabricação que tem por objetivo aumentar a radiação difusa e modificar a qualidade espectral da radiação transmitida (SHAHAK et al., 2008).

Segundo von Zabeltitz (2011), a transformação da radiação direta em difusa melhora a penetração da luz dentro da copa, especialmente para culturas com alto índice de área foliar, como no caso do tomateiro, que recebe maior radiação nas folhas externas do que internas.

A manipulação espectral é objetivada também para a promoção de respostas de interesse morfológico e fisiológico. Como as clorofilas apresentam pico de absorção na faixa do azul e vermelho com pouca absorção na faixa do verde, a fotossíntese e a produtividade podem ser melhoradas com aumento da quantidade de radiação na faixa do vermelho e azul no ambiente (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007). Além da fotossíntese, outros aspectos fotomorfogênicos também podem ser afetados pela alteração espectral da radiação solar. Um favorecimento da razão vermelho e vermelho-distante favorece a redução do alongamento do pecíolo, além de antecipar o florescimento em algumas espécies ornamentais (von ZABELTITZ, 2011).

Porém, as respostas são muito variáveis em função do local e cultura. No Brasil, Bomfim-Costa et al. (2010), em Lavras, avaliaram telas Chromatinet® vermelha e azul em comparação com pleno sol, sobre as características biométricas, fisiológicas e anatômicas da planta após 90 dias e concluíram que as plantas nas telas coloridas tiveram maior altura, mas o maior acúmulo de biomassa total ocorreram nas plantas a pleno sol. Henrique et al. (2011) avaliaram o desenvolvimento de mudas de café Catucaí Amarelo produzidas sob telas de cores azul, branca, cinza, preta e vermelha, todas com o sombreamento padrão de 50% e concluíram que entre as diferentes colorações de tela, a vermelha foi a que apresentou melhores resultados de altura de plantas, área e massa de matéria seca foliar e massa de matéria seca total.

Dessa maneira, existe uma necessidade de mais estudos com relação à aplicabilidade do uso dessas telas nos cultivos agrícolas, nas condições climáticas de Minas Gerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferenças nas características fisiológicas e morfológicas de mudas de tomate submetidas a sombreamento de 50% sob telas de diferentes colorações (cinza e vermelho), telas termo-refletoras (Aluminets®) e telas de sombreamento preta e compará-las com mudas produzidas em pleno Sol.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Regiões importantes do espectro da radiação e respostas da planta

Para os organismos sésseis como as plantas, incapazes de migrar para ambientes mais favoráveis, a capacidade de percepção de mudanças na radiação solar é de extrema relevância, visto que a luz é responsável pelo fornecimento de energia para a biossíntese de todas as moléculas orgânicas. Assim, a luz funciona como um sinal ambiental que desencadeia mudanças no desenvolvimento e/ou metabolismo das plantas (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007; MAJEROWICZ e PERES, 2008).

As plantas respondem a uma ampla faixa espectral da radiação solar, em especial, as faixas da radiação ultravioleta (UV), que corresponde aos comprimentos de onda inferiores a <400nm, que podem levar a redução na área foliar, inibição da alongação do hipocótilo, redução da fotossíntese e aumento da vulnerabilidade das plantas a patógenos (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ou luz, que pode ser dividida em azul (400-500 nm), verde (500-600 nm), que apresenta baixa absorção pelos pigmentos fotossintetizantes e, vermelho (600-700 nm). Essa faixa fornece a energia para a fotossíntese, e radiação infravermelha (IV) que constitui os comprimentos de onda maiores que 700 nm. Essa faixa não influencia nos processos biológicos e fisiológicos da planta, tendo função apenas sob forma de calor.

O comportamento das plantas é afetado por vários fatores relacionados à radiação solar fotossinteticamente ativa ou região do espectro visível, que são: direção, intensidade, qualidade e periodicidade (MAJEROWICZ e PERES, 2008). No caso do fator qualidade, cada um dos comprimentos de onda afeta eventos biológicos nas plantas, como germinação de sementes, taxas de alongamento do caule e florescimento de plantas.

Dessa forma, as plantas ao longo do tempo desenvolveram mecanismos de fotopercepção notavelmente sofisticados, sendo capazes de detectar se estão sombreadas, sob luz plena ou, mesmo, no início ou final do dia. Mas, para haver percepção dos sinais, a luz deve ser absorvida e tornar-se fotoquimicamente ativa. Essa é a função dos fotorreceptores (MAJEROWICZ e PERES, 2008). Ao tornar-se fotoquimicamente ativo, o fotorreceptor desencadeia uma cascata de eventos bioquímicos, denominada de transdução (transmissão) de

sinais que, em última instância, conduz a respostas metabólicas e de desenvolvimento (NAGY e SCHAFER, 2002).

A resposta morfológica das plantas ao estímulo da luz ambiental é denominada fotomorfogênese e está sob controle de quatro classes de fotorreceptores. Os fitocromos absorvem principalmente luz vermelha (650-680 nm) e vermelho-distante (710-740 nm), tendo também absorção no azul (425-490 nm). Os criptocromos tem picos máximos de absorção no azul (425-490 nm) e na banda ultravioleta A ou UVA (320-400 nm). Os fotorreceptores de luz na banda UVB, por sua vez, absorvem ultravioleta B ou UVB (280-320 nm). Por fim, as fototropinas, que são proteínas associadas ao fototropismo, absorvem principalmente luz azul (400-500 nm) (MAJEROWICZ e PERES, 2008; NAGY e SCHÄFER, 2002). Além disso, associados à atividade fotossintética e à proteção contra danos excessivos da radiação solar, estão os carotenóides, que são considerados no processo fotossintético como pigmentos acessórios, com função de proteção da clorofila contra comprimentos de ondas muito curtos, que são os mais energéticos. (MAJEROWICZ e PERES, 2008; CARVALHO et al., 2011).

Os fitocromos são os fotorreceptores não-fotossintéticos mais estudados. São codificados por família de pigmentos multigênica, que regulam distintos processos na planta e que absorvem luz mais fortemente nas faixas do vermelho e do vermelho-distante (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O sistema dos fitocromos é composto por duas formas: Pr (ou red Phytochrome, absorve luz vermelha) e Pfr (ou far-red Phytochrome, absorve luz vermelho-distante). A forma Pr apresenta pico de absorção no vermelho (660nm) e é transformada na forma Pfr, enquanto a forma Pfr tem pico de absorção no vermelho-extremo (730nm) e é transformado novamente em Pr, constituindo o que é chamado de fotorreversibilidade. Dessa forma, prevalece a resposta que for desencadeada pelo último comprimento de onda aplicado sobre as plantas (SHAHAK et al., 2007; MAJEROWICZ e PERES, 2008).

A forma Pfr é considerada a forma ativa, que controla a transdução de sinal e as respostas das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Tais respostas são controladas pela quantidade de Pfr em relação ao fitocromo total. Essa relação Pfr:Ptotal depende da absorção do vermelho e vermelho-distante pela planta (SHAHAK et al., 2007).

Devido à presença de clorofilas e carotenóides, grande parte da radiação visível, especialmente nos comprimentos de onda vermelho e azul, é absorvida pelas folhas. Já o vermelho-distante atravessa com facilidade os tecidos foliares. Portanto, em comparação com

a luz solar direta, há relativamente mais luz vermelho-distante durante o pôr-do-sol, em uma profundidade de 5 mm de solo, ou sob um dossel de outras plantas (como num sub-bosque ou em monocultivos adensados) (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As folhas, ao realizarem uma filtragem seletiva da radiação solar, afetam a proporção entre as faixas do vermelho e vermelho-distante. Logo, a razão R:FR varia extraordinariamente em diferentes ambientes. Conforme aumenta o sombreamento, a razão F:FR diminui, conseqüentemente, diminui também Pfr:Ptotal (TAIZ e ZEIGER, 2004). Assim, descobriu-se que para as “plantas de sol” (plantas cultivadas em campo aberto) quanto maior o conteúdo de Pfr:Ptotal, maior era a taxa de alongamento do caule, em outras palavras, o sombreamento em plantas “pleno sol” induzia essas plantas a alocar uma maior parte dos seus recursos para o crescimento em altura e essa correlação não é sustentada para as “plantas de sombra”, as quais normalmente crescem em ambientes sombreados (TAIZ e ZEIGER, 2004; CARVALHO et al., 2011).

Já os criptocromos são flavoproteínas que apresentam picos de absorção na faixa de radiação UV-A e na faixa do azul. Fototropinas, como os criptocromos, são flavoproteínas com picos de absorção na faixa do azul (CARVALHO et al., 2011). As respostas à luz azul incluem o fototropismo, movimentos estomáticos, inibição do alongamento do caule, biossíntese de pigmentos, acompanhamento do solo pelas folhas e o movimento dos cloroplastos dentro das células (TAIZ e ZEIGER, 2004; RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

Muitos estudos têm sido feitos para a compreensão dos criptocromos, que absorvem a luz azul e realizam papel semelhante ao fitocromo, mas os avanços ainda são lentos. Pela maior compreensão da atividade do fitocromo, a maioria das aplicações comerciais que influenciaram a produtividade e qualidade de culturas hortícolas envolve a manipulação da luz vermelha e vermelho-distante no ambiente de produção (KERBAUY, 2004).

Um papel importante dos fotorreceptores ao longo do desenvolvimento da planta é sua contribuição à fotoproteção, devido a sua capacidade de refletir radiação de onda curta e, entre as moléculas associadas a esse fenômeno, destaca-se a família dos flavonóides (antocianinas) (CARVALHO et al., 2011). Além da fotoproteção, as antocianinas possuem propriedades antioxidantes que favorecem a proteção contra temperaturas excessivas, contra pragas e doenças. Estudos epidemiológicos tem demonstrado que esses componentes em frutas e vegetais podem auxiliar células humanas contra danos oxidativos (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

A qualidade da luz também regula o crescimento de fungos e, especialmente a radiação UV, influencia o comportamento de insetos, especialmente por interferir na sua

capacidade de visão e, conseqüentemente, na evolução de doenças que utilizam insetos como vetores (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

Dado a importância das respostas observadas nas plantas quanto à qualidade da luz no ambiente, ao longo dos anos, a indústria tem manipulado a qualidade de luz para melhorar características agrônômicas, como o hábito de crescimento, qualidade da folhagem, produção de flores e auxílio contra pragas e doenças (CARVALHO et al., 2011).

O primeiro uso comercial da manipulação foi a redução do fotoperíodo em plantas de dias curtos, com a utilização de telas escuras, visando a indução ao florescimento (CARVALHO et al., 2011). Em ambiente protegido, tem-se utilizado sistemas suplementar de iluminação com faixas espectrais específicas ou ainda coberturas com filtros, que podem ou não ser seletivos para faixas espectrais da radiação, os quais absorvem ou refletem (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

3.2. Condições fisiológicas para o tomateiro

A luz, em todos os cultivos agrícolas, tem completa influência nos processos de crescimento, desenvolvimento e produção das plantas. Até um ponto limitante, o aumento na irradiância faz com que a produção de fotoassimilados aumente, processo que é determinante para o desenvolvimento vegetal normal. A partir de um limite, quando a radiação é extremamente elevada, acontece um aumento na taxa transpiratória e, conseqüentemente, fechamento de estômatos e diminuição da fotossíntese, fazendo com que os processos de desenvolvimento fiquem comprometidos (ANDRIOLO, 2000).

No caso do tomateiro, como na maioria das espécies hortícolas, o desenvolvimento normal acontece apenas se a radiação solar recebida pela planta seja superior ao limite de $8,4\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$, o que corresponde ao ponto em que a cultura produz e transloca o mínimo de fotoassimilados para o desenvolvimento normal (FAO, 1990; ANDRIOLO, 2000).

O tomateiro, uma planta de clima tropical, se adapta bem a quase todos os tipos de clima, não tolerando apenas temperaturas extremas. Mas condições ótimas de temperatura amena e clima seco, somado a boa luminosidade, fazem com que processos biológicos, como germinação, crescimento do tubo polínico, coloração de fruto e outros, não sejam alterados (LOPES e STRIPARI, 1998). Além disso, possui alta taxa fotossintética, por pertencer ao

grupo das plantas C_3 , apresentando, assim, alta taxa de respiração e fotorrespiração nos meses mais quentes do ano (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Basicamente, há uma distinção entre as plantas superiores no que se diz respeito às vias bioquímicas de redução de gás carbônico. No caso das plantas C_3 , como o tomateiro, a fixação do dióxido de carbono segue o ciclo de fosfato pentose, ou Ciclo de Calvin. O que pode ser notado a nível fisiológico e morfológico é que as plantas C_3 são inibidas por temperatura e luminosidade elevadas, apresentando maior taxa fotossintética sob condições moderadas. Por isso, as plantas C_3 são mais competitivas em condições de sombreamento, luz e temperatura moderadas (ODUM e BARRETT, 2007).

3.3 Usos de telas de sombreamento na agricultura

As telas para sombreamento são utilizadas em muitas culturas agrícolas para o controle solar mais rigoroso e estudos têm mostrado que o uso correto dessas telas pode interferir positivamente em produtividade, homogeneidade no crescimento e melhor sanidade de plantas (SILVA, 1999). Entre as telas mais usadas, está a tela de sombreamento preta, que oferece controle sobre a intensidade de luz incidente na cultura. É confeccionada para oferecer sombreamento de 35%, 50%, 65% 80% e outros.

No processo de produção de mudas, alguns viveiristas tem optado pelo plantio a pleno sol, que é uma técnica que objetiva economizar a estrutura do viveiro convencional e evita a criação de microclimas controlados diferentes das condições de campo, fazendo com que a planta já esteja adaptada às condições reais no momento do plantio (PAIVA, 2003). Mas a produção de mudas a pleno sol apresenta limitações, principalmente relacionadas à irrigação, sendo bem mais exigida e um fator limitante em locais onde a há escassez de água (PAIVA, 2003).

Paiva et al. (2003) concluíram que o sombreamento de 50% é o mais recomendado para a produção de mudas de café, porque favorece o crescimento vegetativo, representado por parâmetros como altura de plantas e área foliar. Tagatiba et al. (2010), comparando a produção a pleno sol e sob sombreamento de 22%, 50% e 88%, verificaram que o crescimento vegetativo das mudas de cafeeiro foi prejudicado tanto a pleno sol quanto em excesso de sombreamento (correspondente a 88%) quando comparados aos sombreamentos de 22% e 50%, que, por sua vez, proporcionaram desenvolvimento mais vigoroso de mudas.

Otoni et al. (2010), com o objetivo de avaliar o rendimento agrônômico e a qualidade do cultivo de tomateiro sob diferentes níveis de sombreamento (0%, 18%, 30% e 50%), verificaram que, no geral, o sombreamento de 50% proporcionou maior interceptação da radiação e, conseqüentemente, maior produção, produtividade e índice de área foliar.

A tela preta é definida pelo fabricante (Polysack Plastic Industries ®) como uma solução para sombreamento, proporcionando uma sombra uniforme e controle da circulação de ar. É uma tela considerada neutra, atuando apenas na redução da irradiância e não no espectro de luz.

Mas alguns avanços na área do cultivo agrícola vem surtindo efeitos positivos para incrementos em produtividade e qualidade do produto final, características cada vez mais exigidas pelos produtores e consumidores, respectivamente. O uso de telas coloridas e termorefletoras no cultivo de plantas de interesse agrícola se encaixa nesses avanços. (OLIVEIRA, 2008)

No geral, de acordo com o fabricante, as telas coloridas ou Chromatinets®, alteram o espectro de luz, transformando a luz em aumento de produtividade, devido a manipulação do espectro luminoso de maior qualidade que incide nas plantas. Já as telas termo-refletoras, ou Aluminet®, são metalizadas e conferem a formação de um microclima mais favorável à produção vegetal nas regiões com temperaturas muito elevadas, já que permitem a moderação da diferença de temperaturas entre o dia e a noite.

Primeiramente, em relação às telas termo-refletoras (Aluminets®), várias pesquisas mostram o efeito de redução da temperatura no interior dos cultivos, o que resulta em ganhos de produtividade (LEITE, 2004; MEDINA e MACHADO, 2006). De acordo com o fabricante dessas telas (Polysack Plastic Industries ®), a indicação maior de uso é para regiões ou épocas do ano que apresentam altas temperaturas, o que faz com que tais telas propiciem um microclima agradável para as plantas.

Ainda de acordo com o fabricante das telas coloridas Chromatinets® (Polysack Plastic Industries ®), a tela vermelha tem a função de alterar o espectro de luz, reduzindo as ondas azuis, verdes e amarelas e acrescentando as ondas na faixa espectral do vermelho e vermelho-distante. Já na tela Chromatinet® cinza, além do bloqueio da radiação IV, a distribuição da luminosidade é causada pela refração da luz direta através da estrutura de cristais da tela. A tela Chromatinet® azul reduz a radiação na faixa espectral ultravioleta, vermelho e vermelho distante, mas enriquece a faixa do azul. A tela Chromatinet® amarela reduz a radiação ultravioleta e azul enriquecendo o verde, amarelo, vermelho e vermelho distante (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

Como as telas apresentam espaços vazios, promovem, desta forma, uma mistura entre a radiação direta e a radiação difusa modificada espectralmente pela tela (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007). As telas mais utilizadas são as de coloração vermelha, cinza e amarela (pérola). O teor relativo entre a radiação modificada e direta bem como o fator de sombreamento é ajustado para cada necessidade da cultura (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

Como as clorofilas apresentam pico de absorção na faixa do azul e vermelho com pouca absorção na faixa do verde, a fotossíntese e a produtividade podem ser melhoradas com aumento da quantidade de radiação na faixa do vermelho e azul no ambiente (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

As características da cobertura, como cor, espessura e transparência influenciam na troca energética entre a cobertura e o ambiente abaixo dela e, além disso, a presença da cobertura restringe a difusão de vapor de água e CO₂ do solo para a atmosfera conseguindo-se dessa maneira um microambiente mais favorável para o crescimento das plantas (BENAVIDES-MENDOZA, 1998).

Por fim, o uso de Chromatinets® ou telas coloridas para cultivo em escala comercial vem se tornando cada vez mais importante nos últimos anos, visto que é uma alternativa de controle de pragas e regulação de crescimento e desenvolvimento de baixo custo e que não oferece risco ao meio ambiente. Avanços nesta tecnologia, combinados com a menor necessidade de utilização de defensivos onerosos e reguladores de crescimento, podem reduzir os custos de produção, riscos à saúde de produtores e consumidores e problemas ambientais. O desenvolvimento comercial e aceitação do material de cobertura seletivo ainda são lentos pela falta de estudos relacionados às diferentes culturas, mas os investimentos em culturas hortícolas vem se tornando cada vez maiores, principalmente visando os problemas de saúde crescentes. (SHAHAK et al., 2007)

3.4 Aplicações práticas das telas fotoseletivas coloridas na agricultura

3.4.1 No Exterior

Os estudos sobre telas coloridas no exterior estão mais avançados em relação ao Brasil, o que pode ser evidenciado pela vasta literatura encontrada, fazendo com que o uso de telas coloridas já seja uma realidade em países como Israel. Uma das empresas especializadas em telas coloridas, a Polysack Plastic Industries, foi criada em 1974 com o objetivo de desenvolver tecnologias para vencer o longo e seco calor do verão israelense. Desde então, os estudos no exterior são bastante significativos.

Primeiramente, as telas coloridas foram testadas em plantas ornamentais cujo cultivo comercial é predominantemente sob telas de sombreamento pretas. Em comparação com essas redes, verificou-se que as Color Nets vermelhas e amarelas com o mesmo nível de sombreamento apresentaram um estímulo na taxa de crescimento vegetativo e vigor, enquanto as telas azuis causaram nanismo em *Pittosporum variegatum* (pitósporo) e em outras espécies como girassol, tremoço, *Lisianthus* sp. (lísianto) e *Trachelium* sp. (flor de viúva). Já as telas de coloração cinza, que absorvem as faixas do infravermelho e infravermelho próximo, apresentaram plantas com folhas de *P. variegatum* menores e mais uniformes. Além disso, as telas coloridas afetam a antese e a qualidade das flores de corte. Em *Ornithogalum dubium*, por exemplo, sob telas de coloração vermelha, a antese foi antecipada em até três semanas em relação à tela de sombreamento preta. (SHAHAK et al., 2007)

Oren-Shamir et al. (2001), em Israel, estudando o rendimento e qualidade de ramos de *Pittosporum variegatum*, concluíram que a tela vermelha de 50% de sombreamento estimulou acentuadamente o alongamento do ramo e a tela cinza com o mesmo sombreamento aumentou o número de ramificações. Além disso, os autores sugeriram que tal tecnologia pode ser aplicada no sentido de melhorar as características comercialmente desejadas das plantas, substituindo os reguladores de crescimento e a poda.

O conceito de telas fotoseletivas também é desenvolvido em Israel em culturas olerícolas. Shahak et al. (2008) informaram que a produção de três cultivares de pimentão foram aumentadas em 16% a 32%, respectivamente, em telas pérola e vermelha em comparação com as telas pretas. Ilic et al. (2011), na Sérvia, em estudo para verificar o efeito das telas fotoseletivas no microclima das estufas e no desenvolvimento e qualidade de plantas de pimentão, verificaram que as telas de sombreamento melhoraram a produtividade por influenciar na moderação dos fatores climáticos extremos para a cultura do pimentão, como

temperaturas e luminosidade altas. Quanto às telas coloridas pérola e vermelha, verificou-se que a produtividade foi maior de 113 a 131% nas telas coloridas em relação ao ambiente a pleno sol.

Ilic et al. (2012) estudaram, ainda, os efeitos da modificação da intensidade de luz por telas coloridas na produtividade e qualidade de frutos de tomate, no sul da Sérvia. Foram utilizadas quatro diferentes telas, pérola, vermelha, azul e preta. As telas pérola e vermelha aumentaram significativamente o rendimento total. A alteração da intensidade da luz interferiu na biossíntese de licopeno e β -caroteno. Assim, o teor de licopeno significativamente mais elevado foi observado em tomateiro integrado com tecnologias de sombreamento vermelho ($64,9 \text{ mg.g}^{-1}$) em relação aos tomates cultivados no campo ($48,1 \text{ mg.g}^{-1}$). Por outro lado, os frutos sombreados têm menor teor de β -caroteno. Por fim, percebeu-se que o sombreamento reduziu o aparecimento de distúrbios fisiológicos e aumentou a produção em cerca de 35% em comparação às condições não sombreadas.

Já em relação a aspectos fisiológicos, Kong et al. (2012), Israel, verificaram a resposta dos parâmetros fotossintéticos de folhas de pimentão submetidas aos ambientes modificados qualitativamente pelas telas coloridas. Os resultados mostraram que as maiores assimilação líquida de CO_2 e a condutância estomática medidas ao meio-dia foram obtidas sob a tela pérola, seguida pelas telas vermelha e amarela. Ainda, o teor de clorofila foi menor sob tela vermelha, enquanto a relação clorofila: carotenoides foi maior. Quanto aos aspectos morfológicos, a massa foliar foi maior sob a tela pérola.

Gázquez et al. (2011) estudaram o efeito das telas fotoseletivas no controle de pragas em ambiente interno. As pragas estudadas foram as *Bemisia tabaci* e *Frankliniella occidentalis*, insetos que são um grande problema para a cultura do tomateiro por serem vetores de vírus causadores de doenças. Os resultados mostraram que o uso de telas fotoseletivas diminuíram significativamente os níveis populacionais de *Bemisia tabaci*, diminuindo assim a incidência da doença causada pelo vírus TYLCV e melhorando os resultados de produtividade. Ao contrário, os resultados mostraram que, no caso de *Frankliniella occidentalis*, o uso de telas fotoseletivas não diminuiu a incidência da praga.

Stuefer et al. (1998), estudaram os efeitos da qualidade espectral da luz sobre a morfologia, desenvolvimento e crescimento de duas espécies de *Potentilla* sp., na Holanda. As plantas foram submetidas a três tratamentos de luz: (1) plena luz do dia (controle), e dois tratamentos de sombra, em que (2) quantidade de luz (fótons densidade de fluxo) e (3) a qualidade da luz espectral (vermelho / vermelho-extremo). Os autores verificaram que houve modificação de parâmetros morfológicos, como comprimento do pecíolo, espessura do limbo

foliar, entre outras, quando as plantas foram submetidas ao tratamento relacionado à qualidade de luz.

3.4.2 No Brasil

No Brasil, o conhecimento sobre os efeitos e benefícios das modificações ocorrentes no microclima e na qualidade de luz em cultivos sob ambiente protegido realizado por telas termo-refletoras e coloridas ainda é pequeno. Os motivos desse baixo conhecimento podem ser associados à dimensão do território nacional, com características climáticas bem distintas de região para região, o que faz com que seja necessário a realização de estudos regionais que determinem as potencialidades e limitações da tecnologia. (NIESING, 2006), bem como ao custo de aquisição das telas, bem maior do que as telas pretas convencionais.

Alguns estudos indicam relação entre a utilização das telas coloridas com o aumento no conteúdo de pigmentos foliares, as clorofilas e carotenóides. Melo et al. (2009), em Lavras, MG, em estudo para verificar o comportamento de plantas de vinca (*Catharanthus roseus*) cultivadas sob telas vermelha, azul e preta, de 50% de sombreamento, em comparação com plantas cultivadas a pleno sol, observaram que plantas cultivadas a pleno sol apresentaram baixos teores de clorofila e carotenóides totais. Essa resposta parece ser decorrente do fenômeno de fotoinibição, que pode ser provocada por elevada irradiância e consequente superprodução de elétrons, o que leva à formação de espécies altamente reativas de oxigênio no fotossistema 2, causando a desestruturação de membranas e destruição dos cloroplastos.

Henrique et al. (2011) avaliaram o desenvolvimento de mudas de café Catucaí Amarelo 2SL produzidas sob telas de cores azul, branca, cinza, preta e vermelha, todas com o sombreamento padrão de 50%, nas seguintes variáveis: crescimento de mudas em altura de plantas, área foliar, massa de matéria seca foliar, massa de matéria seca total, teores de pigmentos nas folhas e os de açúcares solúveis totais e amido das folhas e raízes. Entre as diferentes colorações de tela, a vermelha foi a que apresentou melhores resultados de altura de plantas, área e massa de matéria seca foliar e massa de matéria seca total. Assim, as mudas em tal condição apresentaram maior vigor e qualidade.

Para várias outras espécies, principalmente no caso de plantas ornamentais e medicinais, encontram-se resultados na literatura correspondentes ao estudo do desenvolvimento dessas espécies cultivadas sob telas coloridas.

Leite et al. (2005) avaliaram os efeitos de telas coloridas no crescimento e florescimento de orquídea (*Phalaenopsis* sp.), sendo que os tratamentos utilizados constituíam de diferentes telas quanto ao espectro de luz transmitido com o mesmo índice de sombreamento (50%). As telas testadas foram azul, vermelha e preta. Como resultado, os autores observaram que o tratamento referente à tela azul apresentou cultivares com maior massa fresca e seca de folhas. Além disso, a tela azul fez com que os estômatos se mantivessem abertos nas condições adversas, o que aumenta a eficiência da fotossíntese. Verificaram ainda que a tela vermelha com sombreamento de 40% propiciou maior número de flores e maior altura de haste quando comparado com o cultivo em campo aberto. Também houve diferença significativa no número de flores, sendo que foi sempre maior nos tratamentos submetidos à ação da tela vermelha, o que indica que essa tela tem efeito na fotomorfogênese.

Lima et al. (2010) avaliaram o crescimento de *Anthurium andraeanum* cv. Apalai, antúrio, sob quatro telas de sombreamento a 70% (azul, vermelha, preta e termo-refletora), no município de Pariquera-Açu, São Paulo e verificaram melhores resultados de área foliar nas plantas sob condição de tela preta, seguida de termo refletora, vermelha e azul. Também, o teor de clorofila foi baixo sob condições de tela azul e vermelha. Assim, tendo por pressuposto que a área foliar é um parâmetro importante para estimativas de crescimento vegetal, pode-se afirmar que a tela preta proporcionou melhor condição de crescimento e desenvolvimento do antúrio, a partir da maior dimensão dos órgãos fotossintetizantes.

Oliveira et al. (2007), em Lavras, MG, analisando crescimento e teores de óleos essenciais em plantas jovens de *Artemisia vulgaris* (absinto ou losna) sob sombreamentos a 50% de diferentes colorações (vermelha, azul, preta e pleno sol), verificaram que, quanto à altura, os tratamentos sombreados não diferiram entre si, apenas o tratamento a pleno sol apresentou uma altura estatisticamente menor em relação aos outros. Já quanto ao teor de óleos essenciais, o maior valor obtido foi no tratamento submetido ao sombreamento com tela vermelha. Por fim, a variável área foliar foi obtida com o maior valor nas plantas cultivadas sob tela azul, enquanto nos demais tratamentos não houve diferença significativa.

Outro estudo, conduzido na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, de Souza et al. (2010), objetivou verificar características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*) cultivadas sob telas coloridas (vermelha, cinza e azul) com 50% de sombreamento e com o tratamento a pleno sol como testemunha. Entre as variáveis estudadas, os resultados mostraram que os tratamentos para a tela azul apresentaram maior crescimento em altura e aumento no acúmulo de massa seca

total. As telas azul e vermelha apresentaram maior alocação de matéria seca para as raízes. Por fim, as plantas de guaco cultivadas sob sombreamento com telas coloridas investiram maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea do que a testemunha (pleno sol), o que pode ser explicado ao maior alongamento celular das plantas desenvolvidas sob sombreamento.

Costa et al. (2011), em experimento conduzido em Passo Fundo, RS, estudaram o efeito de telas de sombreamento a 40% termo refletora, azul e vermelha na produção de duas cultivares de morangueiro e verificaram que os tratamentos submetidos ao sombreamento de tela azul obtiveram a menor massa fresca por planta.

Fagnani et al. (2003), conduzindo um estudo para verificar a viabilidade do uso de telados para produção de alface em larga escala, em Mogi-das-Cruzes, SP, observaram que, mesmo com o mesmo nível de sombreamento para os diferentes tratamentos (40%), os resultados de diâmetro e peso da planta de alface foram diferentes entre as telas de transmissão vermelha e vermelho-distante, tela azul e tela termo refletora. Nesse sentido, a tela com transmissão de luz azul apresentou resultados piores que a testemunha (campo aberto). No verão, a tela de transmissão vermelha e vermelho-distante aumentaram a produtividade da cultura.

Queiroga et al. (2001) conduziram um experimento em Mossoró, RN, com o objetivo de comparar a produtividade de alface sob três tipos de telas de sombreamento (branca e verde, com tela de 2x 2 mm, e preta com tela irregular) com a do cultivo à céu aberto, em três cultivares diferentes (GreatLakes, Verônica e Regina). Dentre os resultados, o estudo mostrou que o uso da tela de coloração branca no caso da cultivar GreatLakes, na fase de muda, constituiu em melhor taxa de retorno por real investido. Além disso, os resultados evidenciaram maior altura de plantas de alface da cultivar GreatLakes sob tratamento de tela de coloração verde, o que se deve, provavelmente à menor incidência da radiação solar sobre as plantas, diminuindo a temperatura e favorecendo o crescimento em altura de plantas.

Por fim, quanto às telas termo-refletoras, Medina et al. (2006), citados por Oliveira et al. (2008), observaram que o uso da tela termo refletora Aluminet® proporcionou um incremento de fotossíntese que resultou em precocidade maior na formação de mudas citrícolas. Aquino et al. (2007), avaliando a produção de biomassa, acúmulo de nitrato e exportação de macro nutrientes de alface sob tratamentos com telas termo refletoras e difusora, em Viçosa, MG, observaram que a produção foi incrementada quantitativamente e qualitativamente no caso do tratamento com telas Aluminet® a 40% de sombreamento, desde que os níveis de adubação nitrogenada estejam corretos, para que não haja acúmulo de nitrato.

Os resultados citados acima evidenciam que a influencia da qualidade de luz está relacionada com a espécie vegetal e região da planta estudada. Dessa forma, são necessários maiores estudos dos efeitos benéficos ou maléficis dessas telas nas espécies vegetais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental na 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 e localizado na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro. O Clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, megatérmico, com épocas sazonais bem definidas, sendo uma estação seca (inverno) e outra chuvosa (verão). É comum na região a ocorrência de veranicos (BACCARO, 1994).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições cada, totalizando 20 parcelas. Cada tratamento compôs-se de um tipo específico de tela, que constituem os tratamentos relacionados ao espectro de luz transmitido, sendo: duas telas fotoseletivas - Chromatinet® (Polysack Plastic Industries®), uma na cor vermelha e outra cinza; uma tela termo refletora - Aluminet®; uma tela de polietileno preta, e; testemunha (cultivo a céu aberto). Todas as telas possuíam o mesmo índice de sombreamento, 50% de transmitância na região fotossinteticamente ativa (RFA). Cada parcela foi individualizada em estruturas de telas de sombreamento cobrindo toda a sua área, exceto nas laterais, em formato de túnel, a uma altura de 50 cm dos recipientes (Figura 1). As estruturas foram espaçadas entre si de modo a não causar sombreamento entre elas.

A semeadura foi realizada em 20 bandejas de isopor (20 parcelas) de 200 células com substrato Bioplant®, recomendado para a produção e propagação de mudas de hortaliças via tubetes, bandejas e vasos. O substrato comercial apresentava casca de pinus, vermiculita, agentes agregantes, fibra de coco e complementos minerais (NPK + micronutrientes) em sua composição.

Cada bandeja continha 400 sementes, sendo estas semeadas em superfície com peneiramento de substrato em camada bem fina cobrindo as mesmas. Para tanto, foram obtidas 8000 sementes de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) da cultivar IPA-6. O desbaste

foi realizado no dia 13/03/2012, visando deixar apenas a planta mais vigorosa por célula, totalizando 200 plantas por parcela.

O sombreamento foi empregado logo após a semeadura e permaneceu até a véspera da época em que as mudas já estavam aptas para ir a campo, aos 30 dias (29/03/2012), quando a avaliação do experimento se encerrou.

Durante a condução do experimento, as irrigações foram feitas de duas a três vezes ao dia, de forma manual, com o objetivo de manter o substrato sempre próximo à capacidade de campo. No caso da testemunha, que corresponde ao tratamento a pleno sol, foi necessário, em dias de maior intensidade luminosa e temperatura, o aumento de um ou dois molhamentos por dia, já que a água era pedida com maior facilidade por evapotranspiração. Além disso, realizou-se duas adubações foliares dia 14/03/2012 e uma semana depois, 21/03/2012. O adubo foliar Polifértil é composto dos micronutrientes boro, cobalto, cobre, manganês, molibdênio e zinco, além do formulado NPK 8-8-8.

As variáveis estudadas para avaliar o crescimento das plantas foram: emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, altura das plantas, diâmetro do caule, peso de matéria seca de raiz e parte aérea e teor de clorofila.

As avaliações relacionadas à emergência de plântulas foram realizadas de 12 em 12 horas sempre as 07h00min e as 19h00min. Foram consideradas emergidas as sementes que apresentaram qualquer estrutura morfológica visível, ou seja, foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da raiz primária. As avaliações foram interrompidas quando houve a estabilização de emergência de novas plântulas, no dia 08/03/2012. As variáveis calculadas foram emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME). De acordo com Maguire (1962), essas avaliações consistem em:

- Emergência: calculada pela fórmula $E = (N/400) \times 100$, em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste. Unidade: %.
- Índice de velocidade de emergência (IVE): calculado pela fórmula $IVE = \sum (ni/ti)$, em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo “i”; ti = tempo após instalação do teste. Unidade: adimensional.
- Tempo médio de emergência (TME): calculado pela fórmula $TME = (\sum niti)/\sum ni$, onde: ni = número de plântulas emergidas por dia; ti = tempo de incubação. Unidade: dias.

A avaliação da altura de plantas foi a medida por meio de trena do colo das plantas até a gema apical, em centímetros, feito a partir do dia 07/03/2012, de 4 em 4 dias até o dia 23/03/2012, totalizando 5 avaliações (Figura 1).

O diâmetro do caule foi medido no colo da planta com o auxílio de um paquímetro digital, em milímetros, no último dia do experimento, dia em que as plantas apresentavam 30 dias de desenvolvimento. Com o objetivo de eliminar o efeito de bordadura e qualquer influência externa, as plantas úteis para tais medições foram as 12 plantas centrais (Figura 1).

Para a estimativa do massa de matéria seca de raiz e parte aérea, o procedimento consistiu em: após a lavagem com cuidado das raízes e da parte aérea e retirar toda terra, seccionou-se o caule na altura do colo. A parte aérea e as raízes foram colocadas separadamente em recipientes devidamente etiquetados com os números dos tratamentos. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de ar circulado, a 65 °C, até atingirem peso constante. Pesou-se o material em balança BG 2000, com 0,01g de precisão, com medida dada em gramas. Os materiais para a pesagem foram retirados do centro das bandejas, eliminando o efeito de bordadura e totalizando 32 plantas por parcela.

Por fim, realizou-se a análise do teor de clorofila das folhas, por meio do CFL1030 - Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – ou clorofiLOG. Em cada parcela, foram medidos valores de folhas mais desenvolvidas de 5 plantas diferentes escolhidas ao acaso, realizando-se a média das folhas em cada parcela (Figura 1).

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, 14 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.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A



B



C



D



Figura 1. (A) Medição de altura de plantas. (B) Medição do diâmetro à altura do colo. (C) Disposição das telas. (D) Aparelho medidor de índice de clorofila (ClorofiLOG). Uberlândia, março de 2012.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Quanto às variáveis meteorológicas*

A temperatura do ar observada sob as telas estão apresentados na Tabela 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.

Pode-se perceber que, na parte da manhã, com leitura realizada às 08h, a temperatura sob as telas era menor do que a temperatura externa, com 30,4 °C. Quanto às telas, o tratamento correspondente à tela Aluminet® (T5) apresentou menor temperatura, com um valor de 29,1 °C.

Já no período vespertino, com medição realizada às 14h com exceção da tela Aluminet® (T5), todos os tratamentos diferiram em comparação à testemunha. Por fim, pode-se perceber que, no horário das 18h, os tratamentos voltaram a apresentar temperaturas próximas à temperatura externa, e dentre as telas, novamente apenas a Aluminet® se destacou com valor inferior às demais. Por isso, pode-se dizer que a tela Aluminet® tem uma forte ação na moderação da temperatura interna da estufa, enquadrando-se na especificação de solução em microclima, definida pelo fabricante.

De acordo com Brandão Filho e Callegari (1999), citados por Souza et al. (2010), o tomateiro apresenta temperaturas ótimas diurnas (25 a 30 °C) e noturnas (15 a 20 °C) para o desenvolvimento favorável. 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 Aluminet® 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), como pode ser observado na Tabela 1.

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

Ambiente	Temperatura		
	08h00min	14h00min	18h00min
T1 (Testemunha)	30,4 a	27,5 a	31,0 a
T2 (Vermelha)	29,7 c	30,2 c	30,0 b
T3 (Cinza)	29,9b	28,9 b	30,1 b
T4 (Preta)	29,8bc	29,8c	29,9 b
T5 (Aluminet®)	29,1 d	27,9 a	29,4 c
C.V. (%)			0,75
DMS			0,47435482

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

Na Tabela 2 são apresentados os valores medidos da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) nos tratamentos, realizadas no dia 29/03/2012, às 13h, nos cinco ambientes sem a presença de nuvens cobrindo o Sol. A DFFF medida sobre as telas apresentou valor médio de 1.700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. 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 apresentam fotossíntese mais eficiente entre 477 a 517 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Desta forma, as mudas a pleno sol sofreram um estresse radiativo e possivelmente térmico, uma vez que as mudas não apresentavam folhas suficientes para provocar uma atenuação da radiação. No cultivo sob telas, entretanto, as reduções foram de 49,3 a 57,8% na DFFF. Com a redução, os valores medidos abaixo das telas variaram 636,3 a 766,8 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Desta forma, justifica-se a utilização da tela de sombreamento. Observa-se que as reduções foram maiores para as telas vermelha e aluminizada. Ayala-Tafoya et al. (2011) verificaram maiores reduções na tela 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 2. 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.

Ambiente	DFFF* ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Redução da DFFF (%)
----------	---	---------------------

T2 (Vermelha)	636,3 ± 29,3	57,8 a
T3 (Cinza)	803,1 ± 58,5	49,3 b
T4 (Preta)	766,8 ± 124,9	52,9 b
T5 (Aluminet®)	734,5 ± 58,6	55,7 a
Coeficiente de Variação(%)		4,5

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

5.1 Quanto as variáveis de biométricas

Em relação às variáveis correspondentes à germinação, os resultados experimentais mostraram que não houve influência do tipo de tela na germinação do tomateiro, mas ocorreu diferença significativa destes em comparação ao cultivo a pleno sol (T1) (Tabela 3). O tratamento a pleno Sol demonstrou que as plantas de tomateiro não estão adaptadas a DFFF superiores a $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, especialmente na fase de mudas.

Tabela 3. Valores médios de Emergência de Plântulas (%), Índice de Velocidade de Emergência (adimensional) e Tempo Médio de Emergência (dias) até o dia 08/03/2012.Uberlândia, março de 2012.

Ambiente	Emergência de Plântulas	Índice de Velocidade de Emergência	Tempo Médio de Emergência
T1 (Testemunha)	47,81 b	24,16 b	8,03 b
T2 (Vermelha)	89,06 a	59,93 a	6,07 a
T3 (Cinza)	87,25 a	57,46 a	6,18 a
T4 (Preta)	84,56 a	55,65 a	6,21 a
T5 (Aluminet®)	88,00 a	58,63 a	6,13 a

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

Em relação ao diâmetro de caule, não foi observada diferenças no diâmetro a altura do colo da planta entre os tratamentos com tela. Mas tal variável foi superior nesses tratamentos em relação à testemunha. O maior diâmetro de caule é uma característica buscada na

produção de mudas, porque confere maior sustentação da parte aérea da planta (STUEFER e HUBER, 1998) evitando problemas futuros com tombamentos, por exemplo.

De acordo com Oliveira et al. (2007), em estudo para avaliar o crescimento e teor de óleo essencial de plantas jovens de *Artemisia vulgaris* (losna) submetidas a tratamentos com diferentes condições de radiação, não houve variação do diâmetro de caule em função dos tratamentos adotados, que consistiam em tela colorida Chromatinet® 50% vermelha, azul, preta e pleno sol (sem tela). Já Martins et al. (2008), na avaliação do crescimento e teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* (alfavaca) cultivadas sob telas coloridas, observaram que as plantas submetidas ao tratamento a pleno Sol apresentaram maior diâmetro de colo em relação às plantas submetidas ao tratamento com a tela preta, mostrando que a redução na intensidade da luz, sem alteração da qualidade espectral, resultou em plantas de caule mais delgado.

Tabela 4. Valores médios de diâmetro à altura do colo das plantas (mm). Uberlândia, março de 2012.

Ambiente	Diâmetro (mm)
T1 (Testemunha)	1,70 b
T2 (Vermelha)	2,59 a
T3 (Cinza)	2,45 a
T4 (Preta)	2,42 a
T5 (Aluminet®)	2,53 a
Média	2,5
C.V. (%)	6,7

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

Quanto aos resultados de matéria seca de parte aérea e raiz, percebe-se que o cultivo a pleno sol apresentou valores significativamente menores, quando comparados aos outros tratamentos (Tabela 5). Pode-se perceber, também, que as telas não influenciaram a massa seca de raízes (MSR), mas houve diferenças significativas para a variável massa seca de parte aérea (MAS), sendo que as plantas sob tela aluminizada apresentaram maior valor de MAS, com 2,43 g, quando comparadas às plantas sob tela preta, com 1,96 g. Correlacionando a variável em questão com os valores de temperatura encontrados sob as telas, nota-se que os maiores valores de massa 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 fotorrespiração aumentam,

afetando a biomassa do vegetal como um todo (WAHID et al., 2007; LAMBERS et al., 2008). De maneira geral, 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).

Por outro lado, Souza et al. (2007), em estudo para avaliar o efeito da intensidade e qualidade de luz na biomassa seca de *Ocimum basilicum* (manjeriço), uma espécie com metabolismo C₄, verificaram que as plantas cultivadas a pleno sol e sob as telas preta e vermelha, justamente os tratamentos com maiores temperaturas diárias, obtiveram maiores biomassas secas da parte aérea e os maiores acúmulos de biomassa seca do sistema radicular foram conferidos pelas plantas instaladas a pleno sol e sob tela vermelha. Esses resultados comprovam as diferenças entre a fisiologia das plantas C₃, que tem maior desenvolvimento sob temperaturas mais baixas, e das plantas C₄, como o manjeriço.

Tabela 5. Valores médios de massa total da matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MAS) em cada tratamento. Uberlândia, março de 2012.

Ambiente	MAS (g)	MSR (g)
T1 (Testemunha)	1,31 b	0,50 b
T2 (Vermelha)	2,33 ab	0,70 a
T3 (Cinza)	2,04 ab	0,66 ab
T4 (Preta)	1,96 b	0,70 a
T5 (Aluminet®)	2,43 a	0,78 a
Médias	2,19	0,71
C.V. (%)	10,0	12,3

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

Quanto aos valores relacionados à variável de altura final de plantas aos vinte e seis dias após a emergência (Tabela 6), nota-se que, não houve diferenças entre os tratamentos sombreados, embora todos tenham sido superiores à testemunha.

Tabela 6. Valores médios de altura final (H) em cada tratamento. Uberlândia, março de 2012.

Ambiente	H
	(cm)
T1 (Testemunha)	5,8 b
T2(Vermelha)	9,7 a
T3 (Cinza)	8,9 a

T4 (Preta)	8,9 a
T5 (Aluminet®)	9,8 a
CV (%)	10,0

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

Quanto aos teores de clorofila total (Tabela 7) os menores valores foram encontrados nos tratamentos T2 e T3 (vermelha e cinza), com 24,48 e 26,30, respectivamente. Os menores valores encontrados no tratamento referente à tela Chromatinet® vermelha podem ser justificados pela menor relação vermelho/vermelho distante proporcionado pelo ambiente sob tela vermelha. Esses resultados estão em conformidade com Souza et al. (2010), que encontraram menores teores de clorofila total em plantas de guaco (*Mikania glomerata*) submetidas ao tratamento em telas vermelhas em comparação à telas azuis. Kasperbauer e Peaslee (1973) também relataram menor teor de clorofila total em plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) submetidas ao mesmo tratamento.

Já no caso dos tratamentos referentes às telas aluminizada, preta e a pleno sol, os maiores valores de teor de clorofila sugerem que os teores de clorofila estão diretamente relacionados com a eficiência fotossintética das plantas e com a adaptação das plantas aos diversos ambientes (ENGEL e POGGIANI, 1991). Dessa forma, a intensidade e qualidade da luz incidente nos ambientes protegidos podem causar alterações nas concentrações dos pigmentos. Os maiores índices de clorofila total encontrados nos ambientes sombreados sob tela aluminizada e tela cinza sugerem que as plantas que crescem em ambientes com sombreamento intenso apresentam alterações que levam a maximizar a captura de luz (TAIZ e ZEIGER, 2006).

As folhas quando submetidas a baixas intensidades de luz apresentam, em geral, maior teor de clorofila por unidade de massa ou volume, embora o teor de clorofila por unidade de área é muitas vezes menor do que os aqueles nas folhas sob níveis maiores de luz. Assim, nas folhas sombreadas, os aumentos no tamanho dos cloroplastos e da quantidade de clorofila por cloroplasto são mais do que compensados pela redução no número de cloroplastos por unidade de área de superfície foliar (BOARDMAN, 1977). Mas tem-se observado uma ampla variação de respostas, podendo os teores de clorofila aumentar, diminuir ou permanecer inalterado com o acréscimo de luz (MURCHIE e HORTON, 1998). Em tomateiro, Ayala-

Tafoya et al. (2011) verificaram aumentos em índice de clorofila para as telas com maior transmissividade de RFA.

Tabela 7. Valores médios de teor de clorofila total das folhas. Uberlândia, março de 2012.

Ambiente	Teor de Clorofila Total
T1 (Testemunha)	33,78a
T2 (Chromatinet® Vermelha)	24,48c
T3 (Chromatinet® Cinza)	26,30bc
T4 (Sombreamento Preta)	34,57 a
T5 (Aluminet®)	32,86 ab
Média	29,6
C.V. (%)	9,5

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

6 CONCLUSÕES

As diferentes telas de sombreamento afetaram o microclima e variáveis de crescimento das plantas de tomateiro. Em tratamento a pleno sol, a alta incidência de radiação solar registrada no período de condução do experimento proporcionou mudanças negativas nos aspectos morfológicos da cultura em todas as características observadas. Sendo assim, a utilização das telas de sombreamento proporcionou melhor qualidade nos tratamentos em ambiente protegido, melhorando o desempenho das mudas.

Conforme os dados associados ao vigor das plantas, verificou-se que as telas não influenciaram a altura final das plantas (H), o diâmetro final do colo (D) e massa seca de raízes (MSR).

As plantas sob a tela aluminizada, com 50% de sombreamento, apresentaram menor quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, menor temperatura do ar, fatores que favorecem o desenvolvimento da parte aérea. De maneira geral, as telas fotoseletivas, conhecidas como Chromatinets® (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.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A. A., CASTRO; E. M.; LIMA JUNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M.. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill.in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-57, 2003.

ALVARENGA, M.A.R. 2004. Sistemas de produção em campo aberto e em ambiente protegido. In: ALVARENGA M.A.R. (ed). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA. p.121-158, 2004.

ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C.V.; Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v.34, n.1, 2004.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.26-33, 2000. Suplemento.

ANTIGNUS, Y.; BEN-YAKIR, D. Ultraviolet absorbing barriers, an efficient integrated pest management tool to protect greenhouses from insects and virus diseases. **Field and Protected Crops**.p.319-335, 2004.

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, p.381-386, 2007.

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 Latino americana**, v.29, n.4, p.403-4010, 2011.

BACCARO, C. A. D. As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, n. 6, v. 11 e 12, p. 19-33, 1994.

BASILE, B.; GIACCONE, M.; CIRILLO, C.; RITIENI, A.; GRAZIANI, G.; SHAHAK, Y.; FORLANI, M. Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. **Scientia Horticulturae**. v.141, p.91-97. 2012.

BENAVIDES-MENDOZA, A. Agroplasticultura: del control microambiental ao control del metabolismo y La morfogénesis. **Ciência UANL**. v. 1, p. 135-140, 1998.

- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review Plant Physiology**, v.28, n.1, p.355-377, 1977.
- BONFIM-COSTA, L.C.; PINTO, J.E.B.P.; CASTRO, E.M. de; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S.K.V.; ROSAL, L.F. Effects of coloured shade netting on the vegetative development and leaf structure of *Ocimum selloi*. **Bragantia**, v.69, n.2, p.349-359, 2010.
- CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A.A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.255-259, 2005.
- CARVALHO, R.F.; TAKAKI, M.; AZEVEDO, R.A. Plant pigments: the many faces of light perception. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.33, p.241-248, 2011.
- COSTA, R.C.; CALVETE, E.O.; REGINATTO, F.H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J.T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, 2011.
- ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V.F.; ARANDA, A.N.; BORTOLAZZO, E.D.; BRAGA, J.S. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Ciências Agrárias**, v. 28, p.45-50, 2007.
- ECHER, M.M.; ARANDA, A.N.; BORTOLAZZO, E.D.; BRAGA, J.S.; TESSARIOLI, J. Efeito de três substratos e dois recipientes na produção de mudas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.509-511, 2000. Suplemento.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- FAGNANI, M. A.; LEITE, C.A. Produção de copo de leite colorido – *Zantedeschia* sp. entelado de tela termo-refletora e foto-conversora vermelha. In: XIV Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e I Congresso de Cultura de tecidos de plantas, 2004, Lavras-MG. **Anais... XIV Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e I Congresso de Cultura de Tecidos de Plantas**, v. 1, p. 389-389, 2004.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas - Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. 1ª ed. Lavras: Editora UFLA, v. 5000, 331p., 2003.

- GÁZQUEZ, J.C.; LÓPEZ, J.C.; BAEZA, E.J.; PÉREZ-PARRA, J.J.; PÉREZ, C.; MECA, D.E.; ACOSTA, J.A. Greenhouses on the mediterranean basin: pest incidence and productivity of a tomato crop. **Acta Horticulturae**. v. 893, p. 227-234, 2011.
- HENRIQUE, P. C.; ALVES, J.D.; DEUNER, S.; GOULART, P. de F.P. LIVRAMENTO, D.E. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.5, p.458-465, 2011.
- ILIĆ, Z.; MILENKOVIĆ, L.; STANOJEVIĆ, L.; CVETKOVIĆ, D.; FALLIK, E. Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits **Scientia Horticulturae**, v. 139, p.90-95, 2012.
- ILIĆ, Z.; MILENKOVIĆ, L.; ĐUROVKA, M.; KAPOULAS, N. The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. **Proceedings of the 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture**. Opatija, Croácia. p. 529-533, 2011.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452 p., 2004.
- KONG, Y., AVRAHAM, L., RATNER, K. AND SHAHAK, Y. Response of photosynthetic parameters of sweet pepper leaves to light quality manipulation by photoselective shade nets. **Acta Horticulturae**. v. 956, p. 501-506, 2012.
- LEITE, C.A.; TAMAOKA, F.; SILVA, I.J.O.; FAGNANI, M. A. Viabilidade do uso de telados para produção de alface em larga escala. In: XLIII Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003, Recife - PE. **Anais... XLIII Congresso Brasileiro de Olericultura**. v. 1, p. 01-04, 2003.
- LIMA, J.; NOMURA, E.; FUZITANI, E.; MODENESE-GORLA DA SILVA, S. Variáveis fisiológicas de antúrio cultivado sob diferentes telas de sombreamento. *Scientia Agraria*, v. 11, 2010.
- LOPES M.C.; STRIPARI P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO R; TIVELLI SW (ed). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP. p. 257-319. 1998.
- MAJEROWICZ, N.; PERES, L.E.P. **Fotomorfogênese em plantas**. In: KERBAUY, G.B. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2ed., cap.15, p.303-317, 2008.
- MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. **Cultivo do tomate**. Brasília: EMBRAPA – CNPHortaliças. 22p., 1995.
- MATHEWS, S. Evolutionary studies illuminate the structural–functional model of plant phytochromes. **The Plant Cell**, v.22, p.4–16, 2010.

- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; SOUZA, R.P.; RIBEIRO, R.V.; SILVA, J.A.B. Photosynthesis response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. **Scientia Horticulturae**, Holanda, v.96, n.2, p.115-125, 2002.
- MELO, A. A. M.; ALVARENGA, A. A. de. Sombreamento de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don 'Pacifica White' por telas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 514-520, 2009.
- 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**, 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 e Environment**, v.21, p.139–148, 1998.
- NAGY, F.; SCHAFER, E. Phytochromes control photomorphogenesis by differentially regulated, interacting signaling pathways in higher plants. **Annual review of plant biology**, v. 53, p. 329-355, 2002.
- NIESING, P.C. **Cultivo protegido de cultivares de alface-americana no inverno e primavera em Ponta Grossa - PR**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.
- ODUM, P.E.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. Ed. São Paulo: Thomson, 2007.
- OLIVEIRA, J. R.; PAULO, M. W.; CORREA, R. M.; REIS, E.S.; CARVALHO, M. A; REIS, R. L.; REIS, M.M. **Cultivos agrícolas utilizando telas coloridas e termo refletoras**. 2008. (Maquete).
- OLIVEIRA, M.I. Crescimento e teor de óleo essencial de plantas jovens de *Artemisia Vulgaris* submetidas a diferentes condições de radiação. **Anais... VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG. 2007.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. G.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; GILLER, Y. E.; OVADIA, R.; SHAHAK, Y. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal Horticultural Science Biotechnoly**, v. 1, p. 353-361, 2001.
- OTONI, B.S. **Caracterização e produção de dois híbridos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cultivados sob diferentes níveis de sombreamento**. Dissertação (Mestrado em

Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba, MG. 2010.

PAIVA, L.C.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e agrotecnologia**, v.27, n.1, p.134-140, 2003.

QUEIROGA, R.C.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; OLIVEIRA, A.P.; AZEVEDO, C.M.S.B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 192-196, 2001.

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

SILVA, V.F. **Cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). ESAM. Mossoró. 25 p. 1999.

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**, v.797, p.1-6, 2008.

SHAHAK, Y.; YEHEZKEL, H.; MATAN, E. Colored shade nets improve production in bellpeppers. **Gan Sade Vameshek** , p. 37–40, 2006.

SOUZA, G.S.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; PINTO, J.E.B.P. Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob telas coloridas. **Revista brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, p. 330-335, 2010.

SOUZA, R. R.; BRASIL J. E.; MEIRELLES, A. J. A.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PEREIRA, F. D.; BLANK, A. F. **Avaliação da biomassa seca e teor de óleo essencial de manjeriço cultivado sob malha fotoconversora**. Lavras: UFLA. 2007.

STUEFER, J.F.; HUBER, H. Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species. **Oecologia**, v. 117, p. 1-8, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3. Ed., 719p., 2004.

TAGATIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, v. 5, n. 3, p. 251-261, 2010.

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S.S.; CAVALLARO JÚNIOR, M.L.; TELLES, L.M.G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.290-294, 2004.

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

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