

**ALINE DA SILVA BHERING**

**EFEITO DAS MALHAS TERMOREFLETORA, DIFUSORA E SOMBRITE NO  
CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO BRÓCOLIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitotecnia, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B575e  
2013

Bhering, Aline da Silva, 1987-

Efeito das malhas termorefletora, difusora e sombrite no  
crescimento e produtividade do brócolis / Aline da Silva  
Bhering. – Viçosa, MG, 2013.

vii, 39 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Mário Puiatti.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 33-36.

1. *Brassica oleracea*. 2. Brócolo - Efeito da temperatura.  
3. Brócolo - Crescimento. 4. Brócolo - Qualidade. 5. Brócolo -  
Rendimento. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 635.35

ALINE DA SILVA BHERING

**EFEITO DAS MALHAS TERMOREFLETORAS, DIFUSORA E SOMBRITE  
NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO BRÓCOLIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de maio de 2013.

---

Prof. Fernando Luiz Finger

---

Dra. Marialva Alvarenga Moreira

---

Dra. Tania Pires da Silva

---

Prof. Mário Puiatti  
(Orientador)

## **DEDICO**

A Deus,

Aos meus pais Moisés e Shirlei,

Aos meus irmãos Andressa e Igor,

Ao meu amado noivo Matheus Freitas.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por toda sabedoria e toda benção a mim concedida.

Aos meus pais, Moisés e Shirlei, por todo apoio, amor e confiança em mim depositado.

Aos meus irmãos Andressa e Igor, por todo carinho, respeito e confiança.

Ao meu noivo Matheus, por toda paciência, compreensão, carinho e ajuda durante todo esse tempo.

Ao meu orientador, que tanto me ensinou, me ajudou e me engrandeceu, durante todo esse tempo de trabalho. À ele toda minha gratidão pela paciência e dedicação.

Aos professores Fernando Luiz Finger e Paulo Roberto Cecon que sempre me aconselharam e estiveram dispostos a me apoiar.

Ao professor Paulo Fontes pela orientação.

Aos meus amigos, principalmente a Janiele, ao Colombo, Ana Paula, Fernanda Cristina, Tania e Lucilene que estiveram comigo em todas as dificuldades e conquistas. Muito obrigada, queridos.

Aos estagiários e companheiros Agnaldo, Ariana e Geovani por toda dedicação.

Aos funcionários da Horta Nova que me ajudaram sem medir esforços e com toda dedicação; sem vocês, certamente seria mais difícil.

Ao Jorge motorista e ao Geraldo por toda disposição e ajuda.

Aos meus familiares que de perto ou de longe torceram por mim, oraram e acreditaram na conquista.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado em uma das melhores universidades do Brasil.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

A todas as pessoas que, mesmo não mencionadas aqui, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, a minha gratidão.

**MUITO OBRIGADA!**

## **BIOGRAFIA**

Aline da Silva Bhering, filha de Moisés Lopes Bhering e Shirlei Aparecida da Silva Bhering, nasceu em 31 de Maio de 1987 em São Paulo - SP.

Em 2006 iniciou o curso de agronomia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde permaneceu por dois anos até se transferir para a Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde obteve o título de Engenheira Agrônoma, em Julho de 2011.

Em Agosto de 2011, iniciou o curso de pós-graduação em Fitotecnia em nível de mestrado, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

## CONTEÚDO

	PÁGINA
<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	5
2.1. Instalação e condução dos experimentos.....	5
2.2. Características avaliadas durante o ciclo.....	9
2.3. Características avaliadas na colheita.....	10
2.4. Análise estatística.....	10
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
3.1. Registros de temperatura, umidade relativa, brilho solar e precipitação pluvial.....	12
3.1.2. Análises de crescimento.....	22
3.1.3. Avaliações colheita.....	27
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	33
<b>APÊNDICES</b> .....	37

## RESUMO

BHERING, Aline da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2013. **Efeito das malhas termorefletora, difusora e sombrite no crescimento e produtividade do brócolis.** Orientador: Mário Puiatti. Coorientadores: Paulo Roberto Cecon e Paulo Cezar Rezende Fontes.

Objetivou-se avaliar o efeito de malhas termorefletora, difusora e sombrite no desenvolvimento, produtividade e qualidade do brócolis. Foi conduzido um experimento na Horta da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gérias, no período 18/01/2012 a 09/05/2012 (verão/outono). Os tratamentos, em número de cinco, foram constituídos de duas malhas termorreletoras (Aluminet®30% e Aluminet®40%), uma malha difusora (ChomatiNet Difusor®30%), uma malha sombrite (Sombrite®60%) e o controle (a céu aberto). As malhas foram instaladas em telados fechados com dimensões de 2 x 3 x 11 m (altura x largura x comprimento). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Durante o ciclo, aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após transplante, em quatro plantas por repetição, avaliaram-se: diâmetro e comprimento do caule; número de folhas/planta; índice SPAD e índice de área foliar. Quando no ponto de colheita, em seis plantas/repetição, avaliaram-se: diâmetro de cabeça; massa de matérias fresca e seca de cabeça, caule, pecíolo, limbo e total; comprimento e largura das folhas intermediarias; comprimento de pecíolo e coloração de cabeça (L\*, a\*, b\*, c\* e h). Observou-se, nos cultivos sob malhas, redução da temperatura máxima, do índice SPAD das folhas, da massa de matéria seca de limbo e de cabeça e aumento do índice de coloração verde das cabeças, do comprimento de caule e de pecíolo e da massa de matéria fresca de pecíolo, caule e total. O cultivo sob malha Sombrite® 60% proporcionou menor produtividade de massa de matéria fresca de cabeça comparada ao cultivo a céu aberto. O cultivo de brócolis sob as malhas termorreletoras Aluminet®30% e Aluminet®40%, a malha difusora ChomatiNet Difusor®30% e a malha Sombrite®60% no período de verão-outono na região de Viçosa-MG não é viável, pois modifica a morfologia das plantas de brócolis, aumentando a massa de matéria fresca das partes não comerciais como caule e pecíolo, sem proporcionar aumento de produtividade de cabeça.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *italica*, ambiente protegido, produção, qualidade.

## ABSTRACT

BHERING, Aline da Silva, M.Sc., Federal University of Viçosa, in May 2013. **Effect of mesh termorefletora, diffuser and shading on growth and yield of broccoli.** Advisor: Mario Puiatti. Co-advisor: Paulo Roberto Cecon and Paulo Cezar Rezende Fontes.

This study aimed to evaluate the effect of mesh termorefletora, diffuser and shading in the development, production and quality of broccoli. An experiment was conducted in experimental station, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, during 01/18/2012 to 05/09/2012 (summer / fall). Treatments, five in number, were made up of two meshes termorrefletoras (Aluminet®30% and Aluminet®40%), a mesh diffuser (Diffuser ChomatiNet®30%), a mesh shading (Sombrite®60%) and control (the open). The meshes were installed in closed cages, with dimensions of 2 x 3 x 11 m (height x width x length). We used a randomized complete block design with four replications. During the cycle, at 30, 38, 48, 62 and 72 days after transplanted in four plants per replication were evaluated: diameter and stem length, number of leaves / plant; SPAD and leaf area index. When the harvest, at the six plants / replicate, were evaluated: head diameter; mass of fresh and dry weights of head, stem, petiole, blade and total length and width of leaves intermediate; petiole length and coloring Head (L\*, a\*, b\*, c\* and h). It was observed in cultures under meshes, reduction of the maximum temperature, the SPAD leaves, the dry mass of limbo, head and increased rates of green heads, length of stem and petiole and mass of fresh petiole, stem and all. The cultivation under mesh Sombrite®60% resulted in less mass productivity of fresh upside compared to cultivation in the open. Growing broccoli in The thermo Aluminet®30% and Aluminet®40%, the mesh diffuser Diffuser ChomatiNet®30% and mesh Sombrite®60% during the summer-autumn in Viçosa-MG is not feasible, because it changes the morphology of the plants of broccoli, increasing the fresh weight of the non-commercial parts like stems and petioles, without providing increased yield upside.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *italica*, protected environment, production, quality.

## 1. INTRODUÇÃO

Brócolis ou brócolos são denominações aceitas para a espécie *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck. O termo brócolis é derivado do latim “*brachium*”, que tem como significado brotos ou ramos. É uma hortaliça herbácea, pertencente à família Brassicaceae, que tem a região do Mediterrâneo como centro de domesticação (Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

Comercialmente, existe diversas cultivares de brócolis no Brasil, sendo estas divididas em dois grupos ou tipos, o tipo Ramoso, com várias inflorescências laterais pequenas, e o tipo cabeça única, com inflorescência central única de tamanho grande. Além disso, as cultivares e os híbridos comerciais são classificados de verão ou de inverno, de acordo com as condições climáticas mais apropriadas para o cultivo.

Embora exista cultivares anuais, a maioria das cultivares de brócolis são bienais, ou seja, requerem vernalização para iniciar a inflorescência e o subsequente florescimento (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). O brócolis tem maior produtividade e melhor aspecto visual das inflorescências quando cultivado em condições de temperatura amena (entre 15°C a 24°C), (Tavares, 2000). Essa espécie ainda resiste bem a baixas temperaturas e geadas leves; todavia, existe cultivares de primavera-verão que toleram temperaturas relativamente altas (Filgueira, 2000). Exemplo, dentre essas, são as cultivares do tipo ramoso, como Piracicaba Verão e Piracicaba Precoce.

Temperaturas ótimas, para a maioria dos tipos cultivados, oscilam entre 20°C e 24°C, antes da emergência da inflorescência central (cabeça única), e entre 15°C e 18°C depois da emissão da floração. Temperaturas acima de 30°C podem provocar deformação das cabeças em cultivares sensíveis às altas temperaturas, tornando a cultura de alto risco nessas condições (Björkman & Pearson, 1998). Além disso, temperaturas elevadas podem ocasionar menor produtividade, cabeças menores, mais leves, de coloração mais clara, de granulação maior, mais grosseira, pior textura, logo, um produto final com aspecto comercial inferior e de menor conservação pós-colheita (Tavares, 2000).

Períodos prolongados com temperatura acima de 25°C podem retardar a formação da cabeça em plantas que se encontram em fase de crescimento vegetativo, enquanto que plantas com cabeças em formação podem ter o crescimento reprodutivo revertido para o vegetativo, reduzindo o tamanho das cabeças e causando desenvolvimento de folhas ou brácteas entre os pedúnculos florais (UC, 1987). Além disso, elevações abruptas de temperatura podem provocar crescimento excessivo no

comprimento da cabeça devido ao alongamento das hastes florais em determinadas cultivares (UC, 1987; Sonnenberg, 1985).

A radiação solar é a fonte de energia para as plantas, sendo a maior parte dessa energia convertida em calor, acelerando o processo de transpiração e alterando a temperatura dos tecidos vegetais, muitas vezes, com consequências danosas para os processos metabólicos. O efeito da temperatura é dependente da intensidade da luz (radiação). Entretanto, sendo a luz determinante no processo fotossintético, essa poderá ser prejudicial se for em excesso. A luminosidade exagerada pode provocar não só aumento da transpiração como redução comprometedora no conteúdo hídrico das folhas, causando a chamada “solarização” ou “foto-oxidação”, que frequentemente ocasiona a desidratação e a morte das células (Ryder, 1999). Tendo em vista que a planta começa a ter estresse após seus limites ideais de temperatura, ela desvia a energia que seria usada para produção utilizando-a para se proteger contra os fatores estressantes (Leite, 2000).

O cultivo do brócolis no verão tem como fator limitante as elevadas temperaturas o que tornam a cultura menos produtiva; todavia a rentabilidade do cultivo nessa época é favorecida por preços mais altos em razão da colheita ocorrer no período de entressafra (Silva, 1997). Os problemas das temperaturas elevadas de verão podem ser amenizados utilizando-se o cultivo em ambiente protegido, haja vista que, quando bem manejados, esses propiciam microclima favorável ao crescimento e desenvolvimento das culturas.

O cultivo protegido tem o potencial de diminuir a sazonalidade da oferta de produtos agricultáveis, uma vez que pode controlar os fatores climáticos, podendo fornecer aos consumidores produtos de boa qualidade mesmo na entressafra (Martins, 2006). Porém, o cultivo protegido tradicional pode exigir estrutura onerosa, além de proporcionar o efeito estufa devido à cobertura plástica sendo essa detrimental ao cultivo em épocas quentes do ano. Um dos métodos utilizados para a redução da temperatura interna do ambiente, quando se faz uso do plástico no cultivo protegido, é o uso de telas de sombreamento as quais têm sido indicadas como uma alternativa de menor custo econômico. Entretanto é importante considerar o efeito negativo da restrição de luz sobre o comportamento das culturas, uma vez que essa pode causar redução excessiva da radiação solar. Assim é necessário que se estabeleça índices adequados de restrição de luz que não sejam prejudiciais ao desenvolvimento e a produção das culturas (Faria Junior *et al.*, 2000).

A radiação solar está dentre os principais fatores que podem ser controlados no ambiente protegido e que influencia no desenvolvimento das plantas (Silva, 2011). O cultivo em ambiente protegido pode ser adotado para atenuar a densidade de fluxo da radiação solar incidente no intuito aumentar o crescimento e melhorar a qualidade dos produtos cultivados sob condições de temperaturas elevadas (Jones, 1992).

Existem no mercado diversos tipos de malhas para reduzir os efeitos adversos da temperatura e da radiação excessiva sobre as plantas. Essas malhas podem ser utilizadas tanto a céu aberto quanto em estufas, sob ou sobre o plástico, beneficiando os processos fisiológicos das plantas pelo fato de diminuir a temperatura do ar nos dias quentes e, por consequência, reduzir a transpiração e a respiração, evitando o fechamento dos estômatos por período prolongado, o que pode proporcionar maior fixação de carbono e, assim, aumentar a produtividade (Polysack, 2013).

De acordo com o fabricante (Polysack, 2013), as malhas termorrefletoras, por serem revestidas de alumínio, refletem as ondas de calor fazendo com que a temperatura do ambiente abaixe de 10 a 20%. Além disso, as malhas Aluminet® proporcionam o acréscimo de 15% de luz difusa, além de proteger as plantas contra granizo, chuvas pesadas, excesso de radiação e melhorar a condição de luminosidade propiciando melhor fotossíntese. Permite ainda a moderação da diferença de temperatura entre o dia e a noite, melhorando o microclima e a circulação de ar.

A malha ChomatiNet Difusor® é um tipo de malha difusora que pode manipular o espectro de luz solar. Estas malhas são produzidas com aditivos especiais que as convertem em singulares filtros de luz, fazendo com que a qualidade de luz que chega ao cultivo seja maior, pois as mesmas são capazes de alterar a luz direta convertendo-a em luz difusa, o que beneficia a planta, pois, a luz difusa promove melhor cobertura das plantas e estimula a fotossíntese (Polysack, 2013).

Ao avaliar as variações de luminosidade, temperatura do ar e do solo em diferentes ambientes de cultivo, no período de inverno em Cáceres (MT), Santos *et al.* (2010) constataram que o uso de telas de sombreamento foi eficiente na redução da luminosidade e da temperatura do ar e do solo, o que demonstra a viabilidade do uso deste para o cultivo em condições tropicais. Seabra Junior *et al.* (2009) obtiveram maior produtividade de alface em ambientes com maior porcentagem de sombreamento, havendo redução da temperatura, principalmente com tela termorefletora e de sombreamento. Esse fato já tinha sido observado por Abaurre (2004), em trabalho avaliando o crescimento e a produção das cultivares de alface

‘Regina’ e ‘Verônica’ cultivadas sob dois tipos de malhas termorrefletoras (Aluminet® 30%-O e Aluminet® 40%-O) e de uma difusora de luz (ChromatiNet Difusor® 30%), em que observou menor amplitude térmica diária e necessidade de menor volume de água aplicado nas irrigações. Aburre (2004), observou ainda maior área foliar específica, em ambas as cultivares, em relação ao cultivo a céu aberto, indicando que o cultivo sob malhas propiciou folhas menos espessas, apropriadas para mercados com consumidores mais exigentes.

Em trabalho comparando o desempenho de cultivares de rúcula em ambiente protegido com telas de sombreamento e a campo aberto, Costa *et al.* (2011), concluíram que o cultivo sob tela de sombreamento 50% pode incrementar a produção em cerca de 44%, além de maior área foliar obtendo maior acúmulo de biomassa vegetal.

Portanto, em razão do brócolis ser uma espécie que tem maior produtividade e melhor aspecto das inflorescências quando cultivado em condições de temperatura amena (Tavares, 2000), espera-se que o cultivo sob malhas no verão possa ser uma alternativa promissora, em razão da atenuação da radiação e, como consequência, da temperatura. Espera-se que as malhas possam favorecer o crescimento, desenvolvimento e a produção do brócolis, sobretudo em condições climáticas que poderiam ser prejudiciais à cultura.

Em razão do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito de malhas termoreflatora, difusora e sombrite no crescimento, produtividade e qualidade do brócolis.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

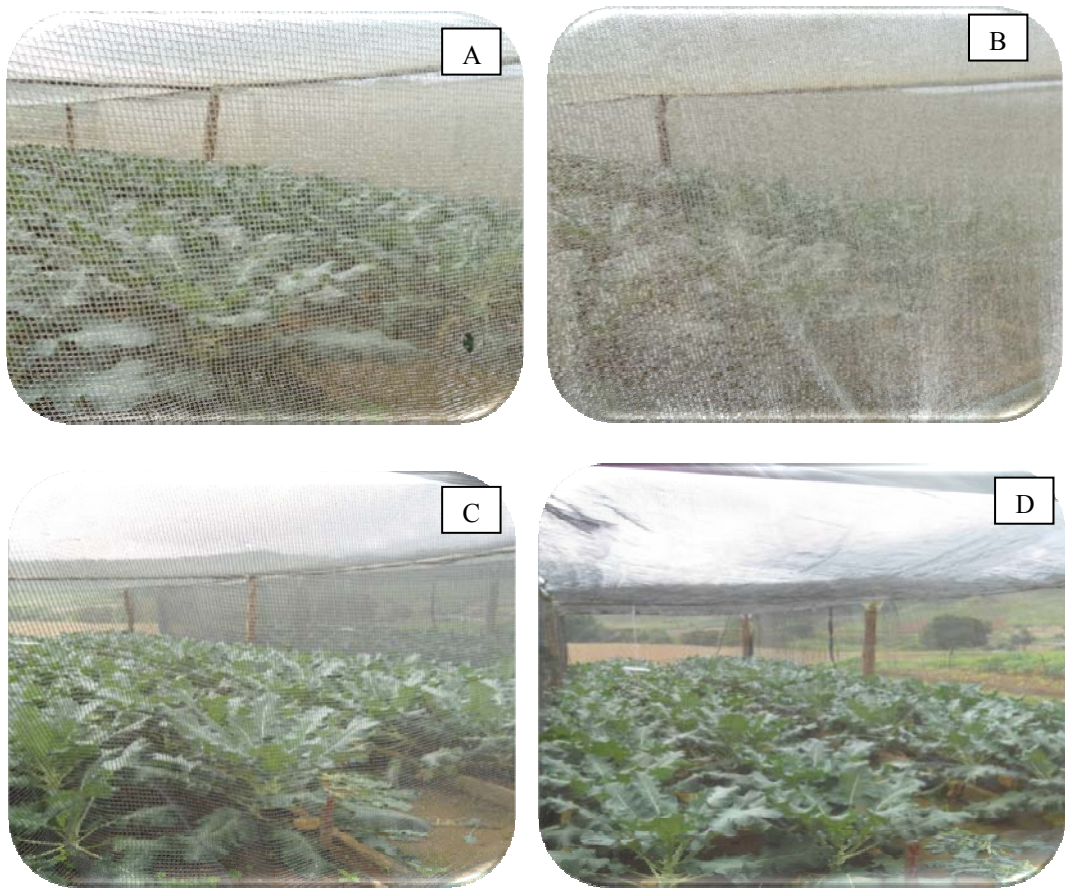
### 2.1. Instalação e condução do experimento

Foi conduzido um experimento na Horta da Universidade Federal de Viçosa – UFV - no período de 18/01/2012 a 09/05/2012 (verão/outono). Viçosa, Minas Gerais, está localizada a latitude de 20° 45' Sul, longitude de 42° 51' Oeste e altitude de 651 m.

Os tratamentos, em número de cinco, foram constituídos de duas malhas termorrefletoras (Aluminet®30% e Aluminet®40%), uma malha difusora (ChomatiNet Difusor® 30%), uma malha Sombrite®60%, mais o controle a céu aberto (Figuras 1 e 2). Cada tratamento foi constituído de dois canteiros de alvenaria, distanciados de 0,80 m, com 1,0 m de largura e 11 m de comprimento cada, contendo, cada canteiro, duas fileiras de brócolis distanciadas entre linhas de 0,50 m, e entre plantas a cada 0,50 m. Os tratamentos sob malhas foram construídos na forma de “telados” retangulares, um para cada tipo de malha, com dimensões de 2 x 3 x 11 m (altura, largura e comprimento), tendo as laterais e as extremidades também fechadas com as respectivas malhas (Figuras 1 e 2).



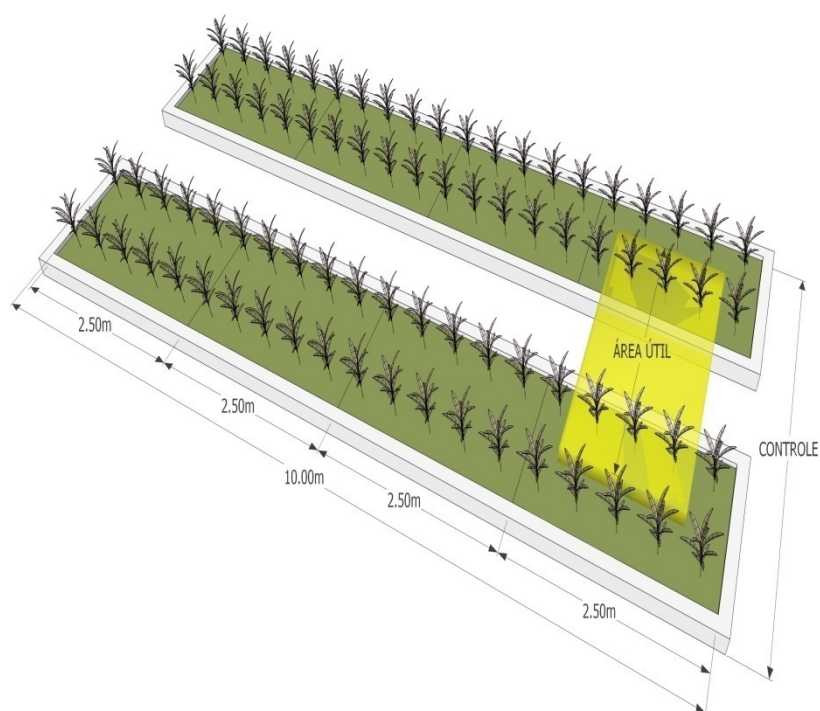
**Figura 1.** Vista geral do experimento com os tratamentos, na sequência, da esquerda para direita: controle a céu aberto; (A) Aluminet®30%; (B) Aluminet®40%; (C) malha difusora (ChomatiNet Difusor® 30%) e (D) Sombrite®60%.



**Figura 2.** Vista dos interiores dos quatro ambientes com as malhas termorrefletora Aluminet®30% (A), Aluminet®40% (B), ChomatiNet Difusor® 30% (C) e Sombrite®60% (D). Foto retirada de fora para dentro do ambiente.

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 2,50 m de comprimento, contendo cinco plantas em cada linha, repetida quatro vezes. A parcela útil foi constituída das seis plantas centrais das duas fileiras centrais (três plantas em cada fileira central). Considerou-se cada fileira como sendo uma repetição, totalizando oito repetições. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições (quatro blocos repetidos duas vezes - Figura 3).

Os canteiros foram preenchidos com solo retirado da camada superficial com 0,50 m de profundidade de uma área de mata de solo Podzólico Vermelho-Amarelo. Após o preenchimento dos canteiros, foram retiradas 20 amostras simples na profundidade de 0 a 20 cm, sendo duas de cada canteiro. As amostras foram homogeneizadas em um recipiente limpo, formando uma amostra composta, de onde se retirou uma amostra para análise química no Laboratório de Análise de Solo. O resultado das características químicas da amostra de solo encontra-se na Tabela 1.



**Figura 3.** Esquema ilustrativo de um ambiente (tratamento), das parcelas, repetições e área útil de cada tratamento.

**Tabela 1.** Resultados da análise química de amostra de solo

pH	P	K	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H + Al	CTC (t)	CTC (T)
	..... mgdm <sup>-3</sup> .....					.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....		
<b>6,4</b>	147,7	138	7,1	1,6	0,0	5,12	9,05	14,17
Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	M.O	P-rem	V
	..... mgdm <sup>-3</sup> .....					dagkg <sup>-1</sup>	mgL <sup>-1</sup>	%
<b>23,8</b>	32,6	90	1,2	0,8	-	5,3	29,9	64

Realizou-se a calagem do solo com base no método de saturação por bases, uma vez que essa se encontrava abaixo da recomendada para a cultura do brócolis (Tabela 1) que é de 70% (Ribeiro *et al.*, 1999). Na calagem, realizada dois meses antes do transplante das mudas, aplicou-se 1,12 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com PRNT igual a 76%.

Uma semana antes do transplante das mudas, também foi aplicado esterco de bovino curtido na quantidade de 50 kg m<sup>-2</sup>, juntamente com os adubos minerais. As adubações minerais foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo e as

recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Ribeiro *et al.*, 1999). A adubação de plantio constou da aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de amônio, 277 kg ha<sup>-1</sup> superfosfato simples, 34,5 kg ha<sup>-1</sup> cloreto de potássio, 10 kg ha<sup>-1</sup> bórax e 0,5 kg ha<sup>-1</sup> molibdato de amônio. Aplicou-se ainda, no plantio, o equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de cobre e 15 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de zinco.

Foram realizadas três adubações de cobertura, efetuadas aos 20, 40 e 60 dias após o transplante das mudas (DAT). Aos 20 DAT aplicou-se a 150 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de amônio e 34,48 kg ha<sup>-1</sup> cloreto de potássio; aos 40 e 60 DAT aplicou-se, em cada uma, 225 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e 51,72 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

A cultivar de brócolis utilizada foi a ‘Marathon’, caracterizada por apresentar cabeça única, indicada para o mercado fresco e processamento e recomendada para o cultivo em condições de clima ameno. As plantas são de porte grande, com botões de granulometria fina, grande uniformidade e excelente qualidade de cabeça (Sakata, 2013). As mudas foram formadas em bandeja de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com substrato comercial Tropstrato HT. A semeadura foi realizada no dia 18/01/2012 e o transplante ocorreu aos 21 dias após a semeadura, quando as mudas estavam com quatro folhas.

Ao longo do ciclo, todas as ramificações laterais foram eliminadas objetivando maior tamanho da cabeça. Quando necessário, procedeu-se o controle fitossanitário com inseticidas registrados para cultura. A irrigação foi realizada por gotejamento, diariamente quando necessário, de forma a atender as necessidades hídricas das plantas. O controle das plantas daninhas foi realizado de forma manual mantendo a cultura sempre no limpo.

As temperaturas e umidade relativa dos ambientes (tratamentos) durante o período experimental foram registradas em aparelho Data Logger Hobo colocados à altura do dossel das plantas, com ajuste à medida que estas iam crescendo (Figura 4). O brilho solar e as precipitações durante o período de condução dos experimentos foram registrados pela estação meteorológica da Universidade Federal de Viçosa.



**FIGURA 4.** Datta Logger, instalados à altura do dossel das plantas, destinados ao registro das temperaturas máxima e mínima e da umidade relativa nos ambientes de cultivo.

## **2.2. Características avaliadas durante o ciclo**

Durante o ciclo, aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante, procedeu-se a análise de crescimento em quatro plantas da parcela útil. Em cada avaliação foram registrados: diâmetro do caule; comprimento do caule; contagem do número de folhas; medição indireta da clorofila (índice SPAD) e índice de área foliar.

Para avaliação dessas características considerou-se, na análise estatística, um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas as épocas, no delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições.

O diâmetro do caule foi medido na região do coleto com o auxílio de paquímetro. O comprimento do caule correspondeu à distância do coleto a gema apical do caule. O número de folhas foi analisado pela contagem de todas as folhas na planta que apresentavam comprimento maior que três centímetros. O índice SPAD, uma medição indireta de clorofila, foi obtido utilizando-se o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd.) em três plantas da parcela útil. Em cada planta, na folha mais desenvolvida da região do ápice da planta, foram feitas três leituras em regiões equidistantes calculando-se, posteriormente, a média dessas leituras.

O índice de área foliar foi obtido com ceptômetro modelo Accupar LP-80 (Decagon Device), que fornece o IAF por meio da relação das medições da radiação fotossintética ativa (400-700 nm) com leituras feitas acima e abaixo dossel da planta. Também com o ceptômetro, foram feitas medições da Radiação Fotossinteticamente

Ativa (PAR) em cada ambiente de cultivo, durante dias ensolarados, para se verificar o quanto de redução da radiação PAR é foi reduzida com a utilização das malhas.

### **2.3. Características avaliadas na colheita**

As inflorescências centrais foram colhidas quando atingiam seu tamanho máximo, ainda compactas, com superfície lisa, com grânulos bem fechados e sem sinais de mudança de coloração, fazendo-se o corte na base da primeira folha do ápice para a base (Seabra Júnior, 2005).

Colheu-se, para avaliações, as inflorescências (cabeças) das seis plantas da área útil (três plantas em cada fileira central), as quais foram levadas para o galpão onde se realizaram as medições do diâmetro e da massa da matéria fresca da cabeça e, posteriormente, a estimativa da produtividade total. A produtividade total por hectare foi obtida multiplicando-se o valor de produtividade média de planta da área útil pela população presente em 1 ha.

Ainda, nas cabeças colhidas, procedeu-se as medições da coloração por meio do colorímetro Minolta Color Reader CR-10, calibrado em superfície branca sob condições de iluminação e expressa no módulo Lab e LCh. Em cada cabeça, foram feitas três leituras em regiões equidistantes calculando-se, posteriormente, a média dessas leituras. Os parâmetros obtidos foram: “a”, que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); “b”, que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+) e “L”, que indica a intensidade de luz (-) escuro para claro (+) (Gnanasekharan *et al.*, 1992). Foram obtidos também o Croma e o ângulo hue.

As seis plantas da parcela útil em que foram colhidas as cabeças, foram cortadas rente ao solo, levadas para galpão onde se avaliou: comprimento e largura das folhas intermediárias da planta (folhas 4, 5 e 6, contadas de baixo para cima) e as massas de matéria fresca e seca do caule, limbo, pecíolo, cabeça e total. As massas de matéria seca foram obtidas após colocadas em estufa a 70 °C com ventilação forçada por cerca de 72 horas, quando alcançou massa constante.

### **2.4. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (SAEG, 2007). Os dados obtidos nas avaliações realizadas durante o ciclo foram submetidos à análise de regressão, sendo os

modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste  $t$  ( $p < 0.05$ ), no coeficiente de determinação ( $r^2 = \text{S.Q.Regressão} / \text{S.Q.Tratamento}$ ) e no fenômeno biológico em estudo. As médias dos tratamentos observadas dentro de cada época de avaliação durante o ciclo e na colheita foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ) e as médias de cada tratamento comparadas ao controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0.05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Registros de temperatura, umidade relativa, brilho solar e precipitação pluvial

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios mensais das temperaturas máxima, mínima e média e da umidade relativa registrada nos ambientes de cultivo nos meses de fevereiro, março, abril e maio. Nas Figuras de 5 a 8, são apresentados os valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar, nos ambientes de cultivo nos meses de fevereiro, março, abril e maio, respectivamente.

**Tabela 3.** Valores médios mensais das temperaturas máximas, mínimas e médias e de umidade relativa (UR) nos ambientes (tratamentos) durante os meses de cultivo

Tratamento	Característica	Fevereiro	Março	Abril	Mai
Controle		35,16	31,80	31,76	23,31
Aluminet-30%	Temperaturas (°C) Máximas	34,65	30,83	29,52	25,64
Aluminet-40%		34,32	30,45	29,20	24,28
Difusor-30%		35,40	31,29	29,98	25,48
Sombrite 60%		33,81	29,29	29,85	24,70
Controle		17,63	17,76	17,78	18,58
Aluminet-30%	Temperaturas (°C) Mínimas	18,25	17,90	16,56	14,20
Aluminet-40%		18,51	17,93	16,70	14,32
Difusor-30%		18,16	17,81	16,51	14,17
Sombrite 60%		18,29	18,08	16,52	14,52
Controle		26,40	24,78	24,77	20,95
Aluminet-30%	Temperaturas (°C) Médias	26,45	24,37	23,04	19,92
Aluminet-40%		26,42	24,19	22,95	19,30
Difusor-30%		26,78	24,55	23,25	19,83
Sombrite 60%		26,05	23,68	23,96	19,61
Controle			69,62	76,47	76,88
Aluminet-30%	UR (%) Médias	68,88	77,43	80,36	77,59
Aluminet-40%		52,01	53,73	64,96	65,04
Difusor-30%		70,17	80,75	83,87	80,25
Sombrite 60%		71,21	82,43	82,57	81,04

Maiores valores de temperatura máxima foram observados no cultivo a céu aberto (controle) de fevereiro a abril. De acordo com Santos (2010), ambientes que

recebem mais luminosidade, como é o caso a céu aberto, apresenta maior temperatura do ar. Nas Figuras de 5 a 7 pode-se observar essa redução da temperatura máxima nos ambientes protegidos. No mês de fevereiro o ambiente com Aluminet 40% foi o que apresentou menor temperatura máxima, não atingindo em nenhum dia do mês temperaturas superiores a 40°C, mesmo em dias quentes como dia 28 de fevereiro (Figura 5). Também é possível observar na Figura 5, que os ambientes com Aluminet 30 e 40% e o Difusor 30%, manteve as temperaturas mínimas mais uniformes, próximas dos 20°C, não permitindo uma queda maior das mesmas nestes ambientes, mesmo em dias mais frios, como registrado no dia 13 de fevereiro para o céu aberto e sombrite.

Nas Figuras 6 e 7, referentes aos meses de março e abril, também se observa que todos os ambientes com malhas controlaram as temperaturas máximas, principalmente no mês de abril onde os registros não passaram de 33°C para esses ambientes, enquanto para o céu aberto tivemos registros superiores a 35°C.

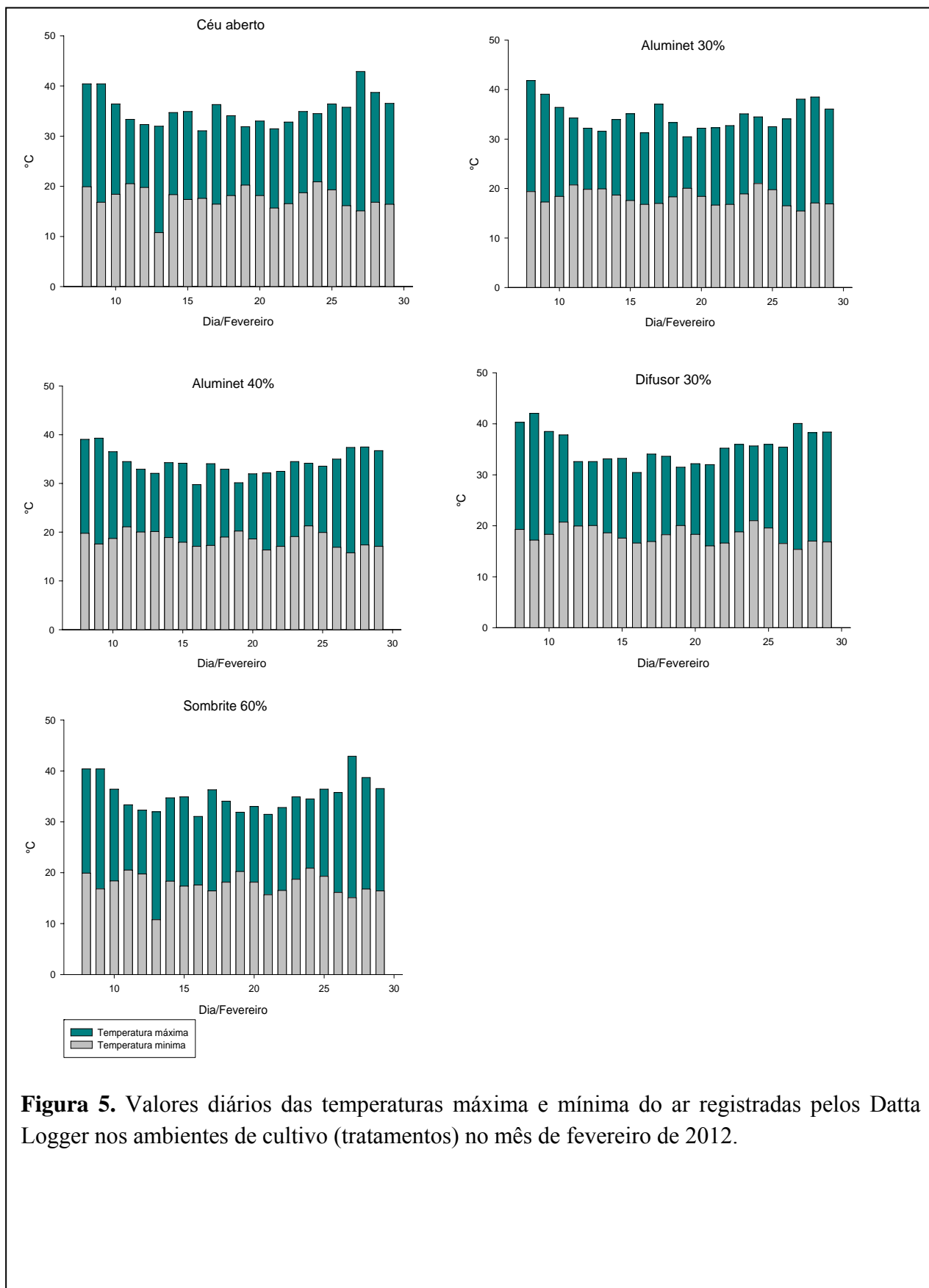
Comparado ao controle, nos ambientes de cultivo sob malhas, observou-se redução da temperatura máxima em 0,51; 0,97 e 2,24°C sob Aluminet-30%; em 0,84; 1,35 e 2,56°C sob Aluminet-40%; em +0,24 (aumento); 0,54 e 1,78°C sob Difusor-30% e em 1,35; 2,51 e 1,91°C sob Sombrite60%, para os registros nos meses de fevereiro, março e abril, respectivamente (Tabela 3). Todavia, no mês de maio, em que as temperaturas já estavam mais baixas, as malhas proporcionaram temperaturas máximas ligeiramente acima do controle reduzindo a amplitude térmica dia/noite. Esse efeito das malhas também foi observado em relação às temperaturas mínimas, especialmente nos meses de fevereiro e março em que são mais quentes (Tabela 3). O comportamento diário das temperaturas no período de cultivo pode ser observado nas Figuras de 5 a 8, com maiores valores de temperaturas máximas observadas no cultivo a céu aberto.

Dentre as malhas, observa-se que a malha Sombrite-60% foi a mais eficiente em reduzir a temperatura máxima do ambiente nos meses de fevereiro e março; todavia Aluminet-40%, seguido do Aluminet-30%, foram mais eficientes no mês de abril (Tabela 3). Porém, essa redução de temperatura foram inferiores às especificações do fabricante, que cita a redução de 10 a 20% na temperatura para as malhas termorrefletoras (Polysack, 2013).

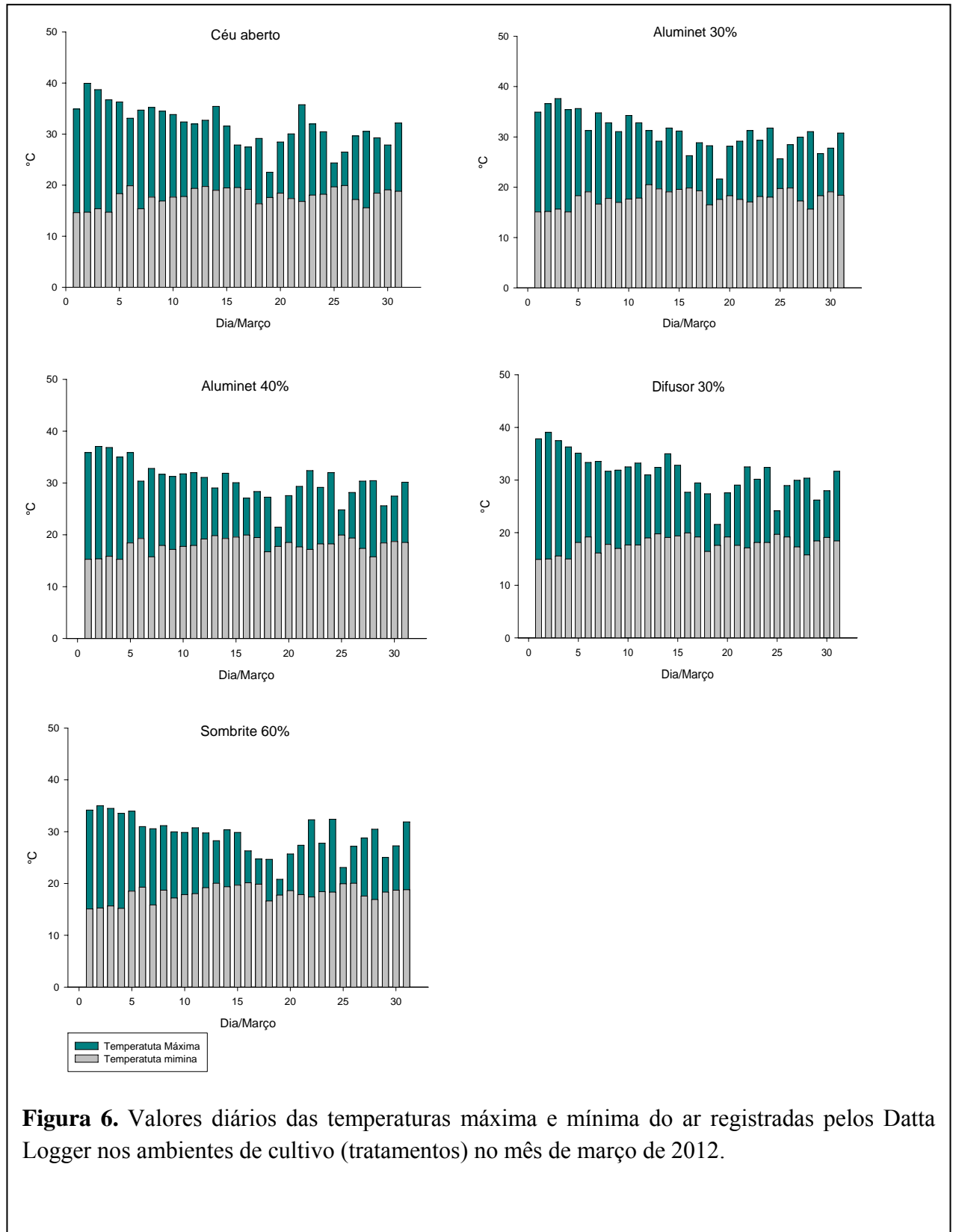
O uso de telas de sombreamento se destaca dentre as técnicas utilizadas para diminuição de temperatura por ser, relativamente, de baixo custo econômico (Novo *et. al.*, 2008). Redução da temperatura do ambiente pelo Aluminet 50% também foi encontrado por Seabra Junior (2010). Santos (2010) também observou redução na

temperatura do ar em ambiente protegido com Sombrite e malhas termorefletoras do tipo Aluminet, com intensidade de sombreamento 30, 40 e 50%. Brito (2000), obteve redução de 4°C na temperatura com uso de telas de sombreamento em ambientes cobertos com filme plástico.

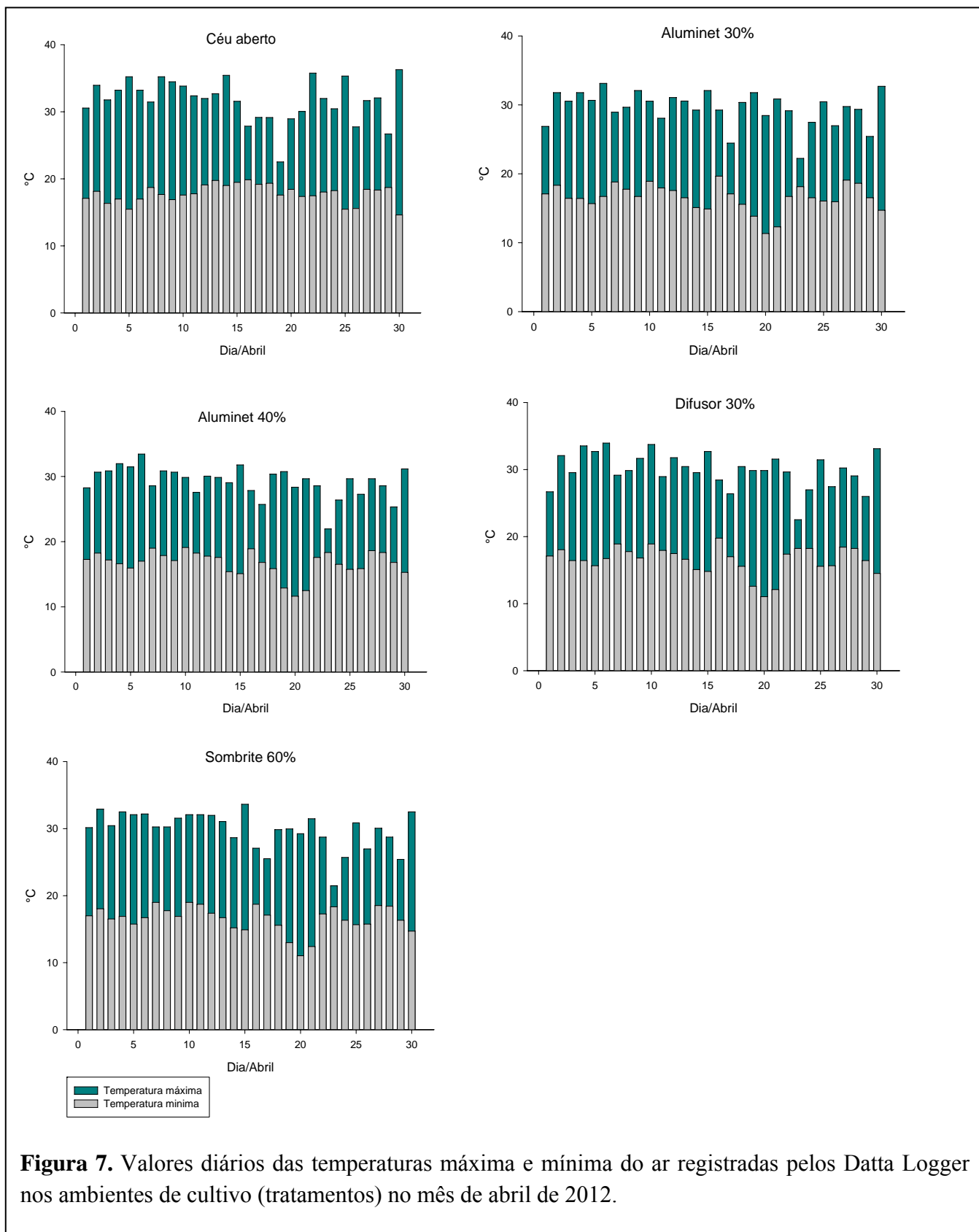
A utilização de tela de sombreamento sobre a cobertura plástica apresenta maior capacidade de bloquear a radiação solar direta, fazendo com que a temperatura do ar diminua dentro da casa de vegetação, mantendo a temperatura do ar no interior com valores bem próximos aos encontrados no exterior (Rivero, 1985).

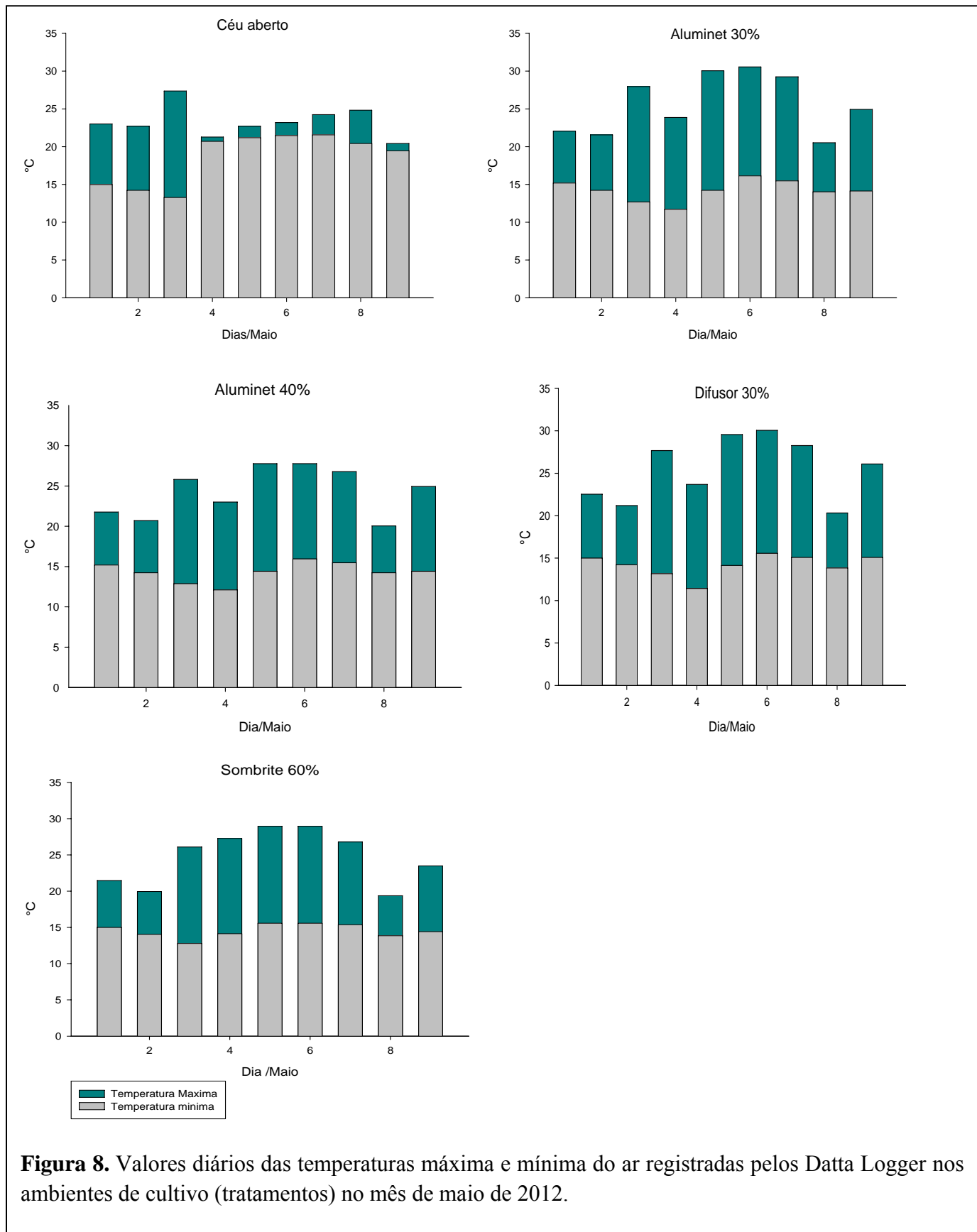


**Figura 5.** Valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar registradas pelos Datta Logger nos ambientes de cultivo (tratamentos) no mês de fevereiro de 2012.



**Figura 6.** Valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar registradas pelos Datta Logger nos ambientes de cultivo (tratamentos) no mês de março de 2012.





**Figura 8.** Valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar registradas pelos Datta Logger nos ambientes de cultivo (tratamentos) no mês de maio de 2012.

A temperatura média mensal para o desenvolvimento das brassicáceas varia de 15 a 20°C (Ferreira, 1983), sendo a temperatura ótima para o crescimento vegetativo poucos graus acima da ótima para o crescimento reprodutivo (UC, 1987). Segundo Knott (1962) e Casseres (1980), o crescimento e a qualidade das brassicáceas, são melhores com temperaturas médias de 15 a 18°C e máximas de 23,8°C.

A redução da temperatura do ar é benéfica às brássicas e asteráceas cultivadas em condições tropicais. A redução da temperatura do ar pode trazer benefícios como diminuir o volume transpiratório, evitando uma redução comprometedor do conteúdo líquido da folha, o que pode causar uma foto-oxidação, causando morte de células (Ryder, 1999) e acúmulo de látex nas folhas e pendoamento precoce em alface e rúcula (Filgueira, 2000). Em alface, uma asteraceae, Seabra Junior (2009) verificou aumento na produtividade sob telas termorrefletoras e de sombreamento devido a redução de temperatura.

A temperatura do ar no interior do ambiente protegido pode variar de acordo com seu volume e tamanho, bem como tipo de cobertura, abertura ou não de janela e cortinas, com a cobertura do solo e a incidência da radiação solar (Seeman, 1979). Assim, maior influencia ocorre nas temperaturas máximas, não afetando tanto as temperaturas mínimas e médias (Braga, 2000; Mills *et al.*, 1990; Semedo, 1988). No presente trabalho isso aconteceu, onde houve pouca influencia das malhas nas temperaturas mínimas e médias (Tabela 3).

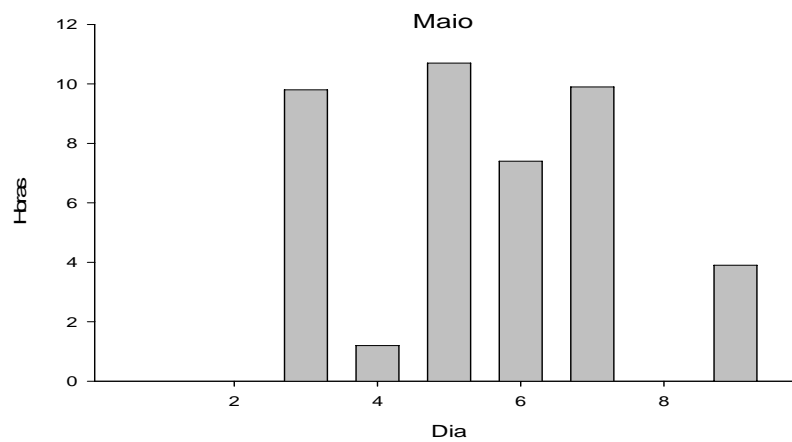
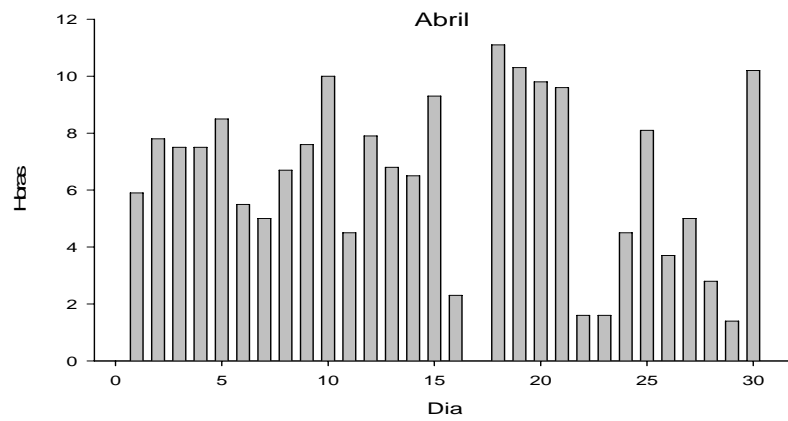
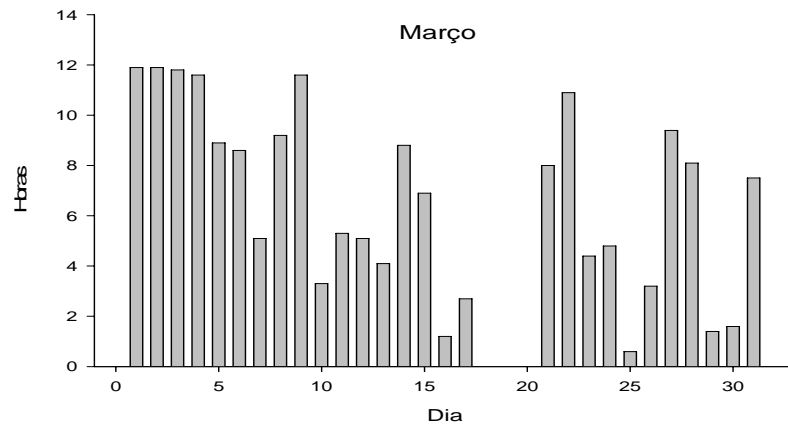
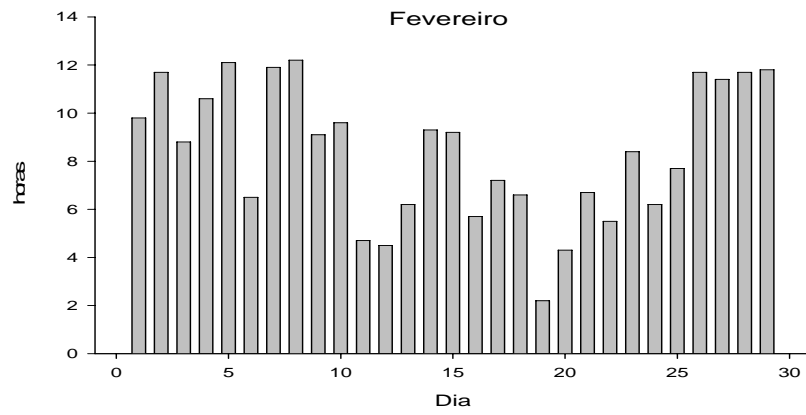
Quanto ao período de brilho solar (Figura 9), foram registradas médias diárias de 8,39; 6,06; 6,3 e de 4,97 horas durante os meses de fevereiro, março, abril e maio, respectivamente. Além disso, ocorreram vários dias nublados com ausência total de brilho de sol (Figura 9). Isso pode ter sido mais prejudicial para as plantas nos ambientes com malhas em que a luz pode ter sido fator limitante nesses dias nublados.

A intensidade da Luz afeta o crescimento e o desenvolvimento, das plantas que juntamente com a variável temperatura, são preponderantes para eficiência fotossintética da planta (Galon, 2010).

Outro aspecto negativo, que pode ter prejudicado mais as plantas sob as malhas, comparadas às do controle, foi a presença de plantas de eucalipto na encosta oeste acima da área cultivada as quais promoviam sombreamento mais cedo no período da tarde. Esse fato pode ter favorecido o controle a pleno sol, pois a redução das horas de brilho solar acabou por ser mais intensa sob as malhas.

Os materiais tela termorrefletores 30, 40 e 50 % fornecem uma redução da luminosidade de 30-35%, 40-45% e 50-55%, respectivamente, e as telas de sombreamento de 30, 40 e 50% bloqueiam em torno de 36-39%, 40-44% e 50-55%, respectivamente (Polysack, 2013). Neste experimento, as telas termorrefletores 30 e 40% apresentaram redução de 34 e 44% respectivamente, o difusor 30% e o sombrite 60% bloquearam cerca de 30% e 57% de luz, respectivamente, estando de acordo com o fabricante.

Em relação à precipitação pluvial (chuva), essa não foi prejudicial, haja vista ter sido registrado média mensal de apenas 1,43; 3,42; 1,76 e 1,72 mm para os meses de fevereiro, março, abril e maio, respectivamente.



Brilho solar

Figura 9. Registro diário do brilho solar (horas) pela estação metereológica da UFV, Viçosa-MG - 2012.

### 3.1.2. Análises de crescimento

O índice de área foliar (IAF) aumentou durante o ciclo de cultivo em todos os ambientes; todavia, apenas no controle alcançou o ponto de máximo, que ocorreu aos 61,42 dias após transplante (Tabela 4). Nesse ponto de máximo, o controle se destacou dos demais tratamentos vindo a declinar na avaliação seguinte (Tabela 5).

O índice de área foliar, obtido com ceptômetro o qual fornece o IAF por meio da relação das medições da radiação fotossintética ativa (400-700 nm) com leituras feitas acima e abaixo dossel da planta. Portanto, maior IAF significa maior investimento das plantas em termos de parte aérea. Todavia, maior IAF nem sempre significa ser vantajoso, uma vez que a planta pode estar investindo em parte aérea a procura de luz, o que pode ter acontecido com o ambiente Difusora30% aos 72 DAT (Tabela 5).

**Tabela 4.** Equações ajustadas para índice de área foliar (IAF) durante o ciclo de cultivo nos ambientes em função de época (E) de avaliação

Tratamento	Equação ajustada	R <sup>2</sup>
Controle	$\hat{Y} = -10,8593 + 0,500429^{\circ}E - 0,00407362^{\circ}E^2$	0,7860
Aluminet 30%	$\hat{Y} = -0,080419 + 0,0618984^*E$	0,7570
Aluminet 40%	$\hat{Y} = -0,851191 + 0,0692538^*E$	0,8735
Difusora 30%	$\hat{Y} = -0,137852 + 0,0663520^*E$	0,8935
Sombrite 60%	$\hat{Y} = -3,73022 + 0,191273^*E + 0,00118509^*E^2$	0,9972

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

° significativo ao nível de 15% de probabilidade pelo teste “t”.

**Tabela 5.** Valores médios do índice de área foliar (IAF) nos ambientes de cultivo observados aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante

Tratamento	Época de avaliação				
	30	38	48	62	72
Controle	1,1425 bc	1,2612 a	3,6163 a	5,5850 a	3,4950 b
Aluminet 30%	2,0275* a	1,4700 a	3,3575 ab	4,3088* b	3,9087 ab
Aluminet 40%	1,3462 abc	1,4438 a	2,4513* c	4,1363* b	3,6800 ab
Difusora 30%	1,8975* ab	1,9250* a	3,4900 ab	4,2838* b	4,3025* a
Sombrite 60%	0,9950 c	1,7275 a	2,7475* ab	3,6212* b	3,8688 ab

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Pelos resultados apresentados na Tabela 5, pode-se observar que as plantas de brócolis cultivadas a céu aberto (controle) tiveram um crescimento inicial mais lento que as plantas nos demais ambientes, sobretudo aquelas sob as malhas Aluminet30% e Difusora30% aos 30 dias e Difusora30% aos 38 dias. Esse crescimento inicial mais lento pode ter sido devido às condições de pleno sol terem promovido estresse térmico dificultando o pegamento das mudas após o transplante. Todavia, as plantas se recuperaram e alcançaram o ponto de máxima do IAF aos 61,42 dias após transplante, diferentemente das plantas sob as malhas que ainda não haviam alcançado o ponto de máxima na última avaliação realizada aos 72 DAT. Portanto, a atenuação da radiação nos ambientes sob malhas favoreceu o pegamento das mudas e crescimento inicial das plantas, mas pode ter sido um fator limitante ao crescimento das plantas durante o ciclo, o que protelou o crescimento das mesmas.

Durante o ciclo de cultivo observou-se aumento linear no número de folhas por planta em todos os ambientes (Tabela 6). Comparando o número de folhas por planta nos ambientes dentro de cada época de avaliação, observa-se que, embora com menor número de folhas aos 30 DAT, comparado ao controle, o Aluminet 40%, se destacou dentre os ambientes sob malhas com maior número de folhas que os demais ambientes aos 72 DAT, inclusive do controle, pelo teste de Dunnett. Também por esse teste, os demais ambientes foram inferior ao controle a céu aberto aos 72 DAT (Tabela 7).

**Tabela 6.** Equações ajustadas para número de folhas durante o ciclo de cultivo nos ambientes em função de época (E) de avaliação

<b>Tratamento</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>Controle</b>	$\hat{Y} = -3,31539 + 0,394558^{**} E$	0,9895
<b>Aluminet 30%</b>	$\hat{Y} = -2,47793 + 0,381059^{**} E$	0,9868
<b>Aluminet 40%</b>	$\hat{Y} = -6,46156 + 0,453231^{**} E$	0,9951
<b>Difusora 30%</b>	$\hat{Y} = -4,46514 + 0,4130535^{**} E$	0,9674
<b>Sombrite 60%</b>	$\hat{Y} = -2,21747 + 0,358099^{**} E$	0,9865

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Resultados semelhantes a esses foram constatados por Nohama *et al.* (2011), que estudando o desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento (30%, 40% e 50% e a testemunha (campo aberto), observou que o sombreamento e a redução de temperatura no experimento, foram determinantes para aumentar o número de folhas. No caso da cultivar lisa, o ambiente que apresentou maior número de folhas foi o telado

de sombreamento a 40% e o que apresentou menor número de folhas foi o telado de 50%, sendo que campo aberto e telado 30% tiveram uma quantidade média de folhas, sem se diferirem do melhor tratamento e nem do pior.

**Tabela 7.** Valores médios do número de folhas por planta nos ambientes de cultivo observados aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante

<b>Tratamento</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>62</b>	<b>72</b>
<b>Controle</b>	9,44 a	10,81 ab	15,13 a	21,44 b	25,25 ab
<b>Aluminet 30%</b>	9,25 ab	11,31 ab	15,81 a	22,25 ab	24,25* b
<b>Aluminet 40%</b>	7,81* b	10,00 b	15,06 a	21,94 ab	26,19* a
<b>Difusora 30%</b>	8,00* ab	10,69 ab	15,13 a	23,25* a	23,88* bc
<b>Sombrite 60%</b>	8,00* ab	11,53 a	15,25 a	20,94 b	22,69* c

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Durante o ciclo de cultivo, as plantas apresentaram aumento linear no comprimento do caule, em todos os ambientes de cultivo (Tabela 8). Como esperado, as plantas cultivadas a céu aberto apresentaram menores valores de comprimento do caule dentro das avaliações realizadas aos 30, 38 e 72 DAT, sendo que o ambiente Difusor 30%, foi o que atingiu o maior comprimento do caule em relação ao controle em todas as avaliações (Tabela 9).

**Tabela 8.** Equações ajustadas para comprimento do caule durante o durante o ciclo de cultivo nos ambientes em função de época (E) de avaliação

<b>Tratamento</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>Controle</b>	$\hat{Y} = -9,57711 + 0,638467^{**} E$	0,9976
<b>Aluminet 30%</b>	$\hat{Y} = -9,85753 + 0,67315^{**} E$	0,9987
<b>Aluminet40%</b>	$\hat{Y} = -9,17343 + 0,655719^{**} E$	0,9996
<b>Difusora 30%</b>	$\hat{Y} = -10,3212 + 0,701424^{**} E$	0,9979
<b>Sombrite 60%</b>	$\hat{Y} = -6,37840 + 0,607568^{**} E$	0,9961

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”.

O cultivo sob malhas promoveu aumento da haste floral em antúrio (Nomura, 2009) e da altura em alface (Santos, 2009; Santana, 2008; Ramos 1995). Segundo Taiz e Zeiger (2010), esse alongamento do caule caracteriza uma resposta de fuga à sombra,

nas plantas submetidas à limitação de luz, a procura de maior captação de energia luminosa, indicando o envolvimento do fitocromo na percepção da luz.

**Tabela 9.** Valores médios do comprimento do caule em centímetros, nos ambientes de cultivo observados aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante

<b>Tratamento</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>62</b>	<b>72</b>
<b>Controle</b>	9,06 c	14,88 b	21,47 b	30,56 b	35,76 c
<b>Aluminet 30%</b>	10,31* b	16,07* a	22,25 ab	31,31 b	39,06* b
<b>Aluminet 40%</b>	10,35* b	15,97* ab	22,38 ab	31,19 b	38,19* b
<b>Difusora 30%</b>	10,78* b	16,72* a	23,00* a	32,44* a	40,81* a
<b>Sombrite 60%</b>	11,91* a	16,85* a	22,88* a	30,38 b	38,00* c

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Exceto para plantas sob a malha Difusora 30%, para o qual não foi possível ajustar equação de regressão, o diâmetro das plantas apresentou aumento linear durante o ciclo de cultivo (Tabela 10). Portanto, o diâmetro aumentou com o aumento dos dias após o transplante, o que é normal durante o crescimento das plantas.

Embora seja comum observar que situações que promovam o alongamento do caule ocasionam redução no diâmetro dos mesmos, nesse experimento, isso não foi observado, pois o diâmetro do caule não foi influenciado pelas malhas nas avaliações realizadas aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante (Tabela 11).

**Tabela 10.** Equações ajustadas para diâmetro de caule durante o ciclo (E) nos ambientes de cultivo em função de época (E) de avaliação

<b>Tratamento</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>Controle</b>	$\hat{Y} = 0,712768 + 0,0225446^{**}E$	0,9616
<b>Aluminet 30%</b>	$\hat{Y} = 0,890995 + 0,0190051^{**}E$	0,9539
<b>Aluminet 40%</b>	$\hat{Y} = 0,743389 + 0,0196322^{**}E$	0,9929
<b>Difusora 30%</b>	$\hat{Y} = 1,72$	-
<b>Sombrite 60%</b>	$\hat{Y} = 0,7950 + 0,01875^{**}E$	0,9392

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”.

**Tabela 11.** Valores médios do diâmetro de caule observados nos ambientes de cultivo aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante

Tratamento	30	38	48	62	72
Controle	1,36 a	1,52 a	1,88 a	2,19 a	2,25 a
Aluminet 30%	1,50 a	1,53 a	1,81 a	2,16 a	2,20 a
Aluminet 40%	1,32 a	1,48 a	1,72 a	1,99 a	2,13 a
Difusora 30%	1,43 a	1,42 a	1,66 a	2,02 a	2,08 a
Sombrite 60%	1,41 a	1,43 a	1,67 a	2,08 a	2,08 a

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O comportamento do índice SPAD ao longo do tempo apresentou resposta linear para controle (pleno sol) e Aluminet 30%, platô para Aluminet 40% e raiz quadrada para os ambientes Difusor 30% e Sombrite 60% (Tabela 12).

A equação ajustada para o ambiente Aluminet 40% nos mostra que após os 38,27 dias não houve incremento no índice SPAD nas folhas das plantas cultivada neste ambiente. Já para o Difusor 30% e Sombrite 60%, com resposta raiz quadrada, o ponto de máximo foi alcançado, respectivamente, aos 52,24 e 56,02 dias após o transplante.

**Tabela 12.** Equações ajustadas para índice SPAD durante o ciclo (E) nos ambientes de cultivo em função de época (E) de avaliação

Tratamento	Equação ajustada	r <sup>2</sup>
Controle	$\hat{Y} = 53,3209 + 0,305708^{**}E$	0,9338
Aluminet 30%	$\hat{Y} = 57,0893 + 0,187638^*E$	0,7827
Aluminet 40%	$\hat{Y} = 32,8047 + 0,815E$ $32 \leq E \leq 38,27$	
	$\hat{Y} = 63,99$ $38,27 \leq E \leq 72$	
Difusora 30%	$\hat{Y} = -59,36 + 34,9210E^{1/2} - 2,41564^{***}E$	0,6745
Sombrite 60%	$\hat{Y} = -14,9583 + 21,4277^{\circ}E^{1/2} - 1,43146^{\circ}E$	0,7342

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

\*\*\* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste “t”.

° significativo ao nível de 15% de probabilidade pelo teste “t”.

O clorofilômetro SPAD permite avaliações *in situ* e avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (Markwell *et al.*, 1995; Guimarães *et al.*, 1999).

Dentro de cada época de avaliação, quando comparados todos os tratamentos pelo teste de Tukey, a diferença entre os tratamentos em relação ao índice SPAD só passou a existir aos 48 DAT, sendo que aos 62 e 72 DAT o maior índice SPAD foi apresentado no cultivo a céu aberto e aos 72 DAT o Aluminet 30% não diferiu do controle (Tabela 13).

Comparados ao controle pelo teste de Dunnett, observou-se menor índice SPAD em todos os ambientes sob malhas aos 48, 62 e 72 DAT; aos 30 DAT menor índice SPAD para Aluminet40%, Difusor30% e Sombrite60% e aos 38 DAT apenas no ambiente Aluminet40% (Tabela 13). Esses resultados evidenciam que o Índice SPAD em folhas de brócolis é menor sob condições de restrição de luz. Esse fato é prejudicial já que pesquisas têm demonstrado que o índice SPAD correlaciona-se positivamente com o teor de N na folha, uma vez que 70% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (Wood *et al.*,1993). Por sua vez, o teor de N correlaciona-se positivamente com a taxa fotossintética da planta, haja vista a clorofila estar envolvida diretamente no processo de fotossíntese (Vouillot *et al.*, 1998; Taiz & Zeiger, 2010).

**Tabela 13.** Valores médios do índice SPAD observados nos ambientes de cultivo aos 30, 38, 48, 62 e 72 dias após o transplante

<b>Tratamento</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>62</b>	<b>72</b>
<b>Controle</b>	60,64 a	66,82 a	68,73 a	71,88 a	74,96 a
<b>Aluminet 30%</b>	61,08 a	66,81 a	65,84* ab	67,43* b	71,21* a
<b>Aluminet 40%</b>	57,25* a	63,77* a	63,75* b	63,88* b	64,36* b
<b>Difusora 30%</b>	58,05* a	67,17 a	65,21* ab	64,71* b	63,92* b
<b>Sombrite 60%</b>	58,55* a	64,88 a	63,49* b	64,69* b	64,19* b

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

### 3.1.3. Avaliações colheita

Na colheita, todos os tratamentos com malhas apresentaram maior produção em massa de matéria fresca do caule e do pecíolo, comparado ao controle, o que contribuiu para com valores observados de massa de matéria fresca total (Tabela 14). A maior produção de massa de matéria fresca do caule pode ser explicada pelo aumento do

comprimento do caule nesses ambientes (Tabela 9), pois o comprimento refere-se à distância entre o coleto e a base da inflorescência (cabeça). Abaurre (2004), em estudo com a produção de alface cv. Verônica, também verificou caule mais alongado em cultivo sob as malhas Aluminet 30%, Aluminet 40% e Difusor 30%.

**Tabela 14.** Valores médios em gramas das características massas de matéria fresca total (MFT), de caule (MFC), limbo (MFL), pecíolo (MFP) e de cabeça (MFCa) e produtividade de cabeças (PROD) observados nos ambientes de cultivo na colheita

Tratamento	MFT	MFC	MFL	MFP	MFCa	PROD
	g/planta					t/ha
Controle	1760,62 b	406,91 b	494,45 a	443,83 b	415,41 a	16,61 a
Aluminet 30%	2030,50*a	487,33 *a	554,25 a	566,70*a	422,20 a	16,88 a
Aluminet 40%	1941,66*ab	500,29 *a	508,66 a	555,37*a	392,42 a	15,69 a
Difusora 30%	1846,08 ab	462,66 *a	481,16 a	513,33*ab	388,91 a	15,65 a
Sombrite 60%	1861,79 ab	467,20 *a	486,20 a	528,12*ab	380,25*a	15,21*a
CV(%)	7,98	7,59	11,10	11,23	7,76	7,76

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si no nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve também aumento na massa de matéria fresca do pecíolo das folhas de brócolis cultivadas sob as malhas, principalmente com a utilização de Aluminet 30% e Aluminet 40% (Tabela 14). Esse aumento da matéria fresca de pecíolo foi devido o aumento do comprimento de pecíolo em todos os ambientes com malhas em relação às plantas cultivadas a céu aberto (Tabela 15). Nomura (2009) também observou maior comprimento de pecíolo em plantas de antúrio cultivadas sob malha preta.

Os valores médios de massa de matéria fresca de cabeça e a produtividade de cabeças ( $t\ ha^{-1}$ ), só apresentaram diferença significativa pelo o teste de Dunnett, em que plantas de brócolis cultivadas sob Sombrite 60% apresentaram menores valores, comparado ao cultivo a céu aberto (Tabela 14). Embora não significativo, as plantas sob Sombrite 60% também apresentaram cabeças com diâmetro numericamente menor (Tabela 15), demonstrando que a malha Sombrite 60% não foi benéfica para o crescimento de cabeça. Segundo Corrêa (2008) as malhas sombrite, na maioria das vezes, não proporcionam níveis adequados de luz, o que afeta o desenvolvimento e a produção das plantas.

Seabra Junior *et al.* 2010, ao avaliarem o desempenho de cultivares de alface crespa produzidas sob diferentes ambientes (campo aberto, telado com malha preta

30%, 40% e 50%, telado com termorefletora 30%, 40% e 50%) no inverno na região de Cáceres-MT, observaram que a redução de temperatura e luminosidade proporcionaram redução da produtividade ao cultivar alfaces sob maiores sombreamentos. Todavia, no período de verão, foram obtidos maiores produtividades destas cultivares em ambiente com maior sombreamento, ou seja, tela de sombreamento de 40% e tela termorefletora de 50% (Seabra Junior *et al.*, 2009).

**Tabela 15.** Valores médios em centímetro das características diâmetro de cabeça (DC), comprimento (CF) e largura de folha (LF) e comprimento de pecíolo (CP) observados nos ambientes de cultivo na colheita

<b>Tratamento</b>	<b>DC</b>	<b>CF</b>	<b>LF</b>	<b>CP</b>
<b>Controle</b>	15,60 a	30,65 a	17,63 a	20,61 c
<b>Aluminet 30%</b>	15,83 a	32,65 a	18,43 a	22,43* b
<b>Aluminet 40%</b>	15,60 a	31,56 a	18,32 a	24,04*ab
<b>Difusora 30%</b>	15,54 a	32,36 a	17,68 a	22,91*ab
<b>Sombrite 60%</b>	15,45 a	31,10 a	18,25 a	24,39*a
<b>CV(%)</b>	3,05	4,84	5,04	5,39

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si no nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A massa de matéria fresca total foi maior para os tratamentos Aluminet 30% e Aluminet 40%, comparado ao controle pelo teste de Dunnett (Tabela 14), o que pode ser explicado pela maior produção de massa de matéria fresca de caule e pecíolo nesses dois tipos de malhas. Esses resultados evidenciam que a planta de brócolis quando cultivada em ambiente com luz limitante, muda a sua morfologia, investindo mais em órgãos não comerciais como caule e pecíolo, do que no órgão comercializável, no caso a cabeça ou inflorescência.

Ao avaliarem o desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno, Seabra *et al.* (2010), concluíram que, apesar de telas de sombreamento e refletora 50% ter reduzido o pendoamento precoce de alface, esses ambientes com limitação de luz proporcionaram redução na produtividade, sendo recomendado o cultivo de alface cv. Verônica a céu aberto para o período de inverno.

Tsormpatsidis *et al.* (2008) citam como novidade do cultivo protegido a introdução de filtros espectrais, os quais transmitem seletivamente certos comprimentos de onda e, conseqüentemente, alteram a resposta fotomorfogênica das plantas. Essas respostas se traduzem em alterações no crescimento, no desenvolvimento, na morfologia e nas funções fisiológicas das plantas, como resultado à adaptação a uma condição ambiental diferente.

A massa de matéria fresca de limbo não foi influenciada pelas malhas (Tabela 14), nem o comprimento e a largura das folhas (Tabela 15). Essa resposta não era esperada pois vai contra a estratégia adaptativa das plantas submetidas a baixos níveis de irradiância, onde há expansão das folhas para aumentar a captação da energia luminosa e permitir maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, maior fixação de carbono (Taiz & Zeiger, 2010). Todavia, as plantas sob malhas apresentaram maior comprimento de pecíolo (Tabela 15), o que poderia explicar o maior IAF encontrado em algumas avaliações nesses tratamentos (Tabela 5). Portanto, o brócolis apresenta como resposta adaptativa à restrição de luz o alongamento de pecíolo, o que pode ser uma peculiaridade da espécie.

Embora o cultivo sob malhas tenha promovido aumento de massa de matéria fresca de caule e de pecíolo, não tendo efeito sobre a massa de matéria fresca de limbo (Tabela 14), a massa de matéria seca de caule e de pecíolo não foi influenciada, e a de limbo foi reduzida (Tabela 16), o que evidencia o maior teor de água dessas estruturas no cultivo sob malhas. O mesmo comportamento foi observado para massas de matéria fresca (Tabela 14) e seca de cabeça (Tabela 16), em que plantas no ambiente à céu aberto apresentaram maior acúmulo de massa de matéria seca.

**Tabela 16.** Valores médios em grama das características massas de matéria seca de caule (MSC), limbo (MSL), pecíolo (MSP) e de cabeça (MSCa) observados nos ambientes de cultivo na colheita

<b>Tratamento</b>	<b>MSC</b>	<b>MSL</b>	<b>MSP</b>	<b>MSCa</b>
<b>Controle</b>	36,98 a	44,94 a	40,34 a	37,76 a
<b>Aluminet 30%</b>	36,89 a	41,95 ab	42,89 a	31,96* b
<b>Aluminet 40%</b>	34,72 a	35,30* c	38,54 a	27,23* c
<b>Difusora 30%</b>	37,42 a	38,92*abc	41,52 a	31,46 *b
<b>Sombrite 60%</b>	34,19 a	35,59* bc	38,65 a	27,83 * c
<b>CV(%)</b>	7,64	11,36	11,31	7,97

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si no nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Esses resultados podem ser explicados em razão da menor radiação solar recebida pelas plantas sob as malhas (Tabela 3 e Figuras de 5 a 9), o que reduz o acúmulo de massa de matéria seca nas plantas nesses ambientes. Trabalhando com cultivo de Erva-cidreira sob malhas vermelha, azul e pleno sol, Souza (2012) também verificou maior massa de matéria seca nas plantas cultivadas a pleno sol, em relação às plantas cultivadas sob as malhas.

O uso de malhas Sombrite e termorefletoras do tipo Aluminet, com intensidade de restrição de sombreamento 30, 40 e 50% visando atenuar temperatura e irradiância elevadas, pode apresentar o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade. Por outro lado, o uso das malhas termorefletoras e difusoras pode contornar esse problema, em razão da sua composição proporcionar mais luz difusa ao ambiente, promovendo a redução da temperatura, todavia não afetando significativamente os processos relacionados a fotossíntese (Santos, 2010).

Quanto à coloração das cabeças, observou-se que houve incremento no índice de coloração verde (-a) quando as plantas de brócolis foram cultivadas sob malhas (Tabela 17). Isso demonstra que a redução da intensidade da luz e, conseqüentemente, da temperatura, com a possível modificação da qualidade de luz nos ambientes sob malhas, foi benéfica por melhorar a coloração das cabeças, tornando-as mais verdes.

Ao observar os valores do ângulo hue ( $^{\circ}h$ ), a média nas cabeças de plantas cultivadas a céu aberto foi de  $110,96^{\circ}$  e a média das plantas cultivadas em ambientes protegido por malhas de, aproximadamente,  $114,43^{\circ}$ . Com base no sistema Cielab (1976), se o hue ou h estiver entre  $90^{\circ}$  e  $180^{\circ}$ , quanto maior ele for mais verde é estrutura, e quanto menor, mais amarelo o é. Portanto, as plantas sob as malhas apresentaram cabeças mais verdes. Quanto às outras características de coloração avaliadas (L, b e c) não foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 17).

**Tabela 17.** Valores médios das características de coloração da cabeça observados nos ambientes de cultivo, em que L\* indica a intensidade de luz ou de brilho de (-) escuro para claro (+); a\* indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e b\* indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+)

<b>Tratamento</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>c*</b>	<b>°h</b>
<b>Controle</b>	39,81	- 7,50 b	19,23	20,35	110,96 b
<b>Aluminet 30%</b>	39,35	- 8,36*ab	18,43	20,22	114,37*a
<b>Aluminet 40%</b>	39,62	- 8,57* a	18,95	20,80	114,42*a
<b>Difusora 30%</b>	39,47	- 8,96* a	19,90	21,84	114,35*a
<b>Sombrite 60%</b>	39,88	- 8,94* a	19,65	21,57	114,57*a
<b>CV(%)</b>	2,85	8,68	7,78	8,27	1,45

Médias, nas colunas, com asterisco (\*) diferem do controle ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Médias, nas colunas, seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si no nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4. CONCLUSÃO

O cultivo de brócolis sob as malhas termorrefletoras Aluminet®30% e Aluminet®40%, Difusora®30% e Sombrite®60%, modificou a morfologia das plantas de brócolis, aumentando a massa de matéria fresca das partes não comerciais como caule e pecíolo, e não proporcionou aumento da produtividade de cabeça.

As malhas proporcionaram redução da temperatura do ar e aumento do índice de coloração verde das cabeças de brócolis.

A utilização de malhas termorrefletoras Aluminet®30% e Aluminet®40%, Difusora®30% e Sombrite®60%, no cultivo de brócolis no período de verão-outono na região de Viçosa-MG não é viável por não promover aumento de produtividade de cabeças.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M.E.O. **Crescimento e produção de duas cultivares de alface sob malhas termorreletoras e difusora no cultivo de verão.** Viçosa, MG : UFV, 2004. 78 f. (Tese Mestrado), UFV, Viçosa. 2004

BJÖRKMAN, T.; PEARSON, K.J. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.49,n.318, p.101-106, 1998.

BRAGA, M.B. **Manejo da irrigação e orientação geográfica de estufas na produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.).** 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.

BRITO, A.A.A. **Casa de vegetação com diferentes coberturas: desempenho em condições de verão.** 100p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

CASSERES, E. **Producción de hortalizas.** 3 ed. San José : IICA, 1980. 387p.

CIELAB, 1976. CIEL\*a\*b\* Color Scale. Insight on color.IN: Applications note, v.8 n.7 2008. Disponível em [http://www.hunterlab.com/appnotes/an07\\_96a.pdf](http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf). Acessado em 09 de mai. de 2013.

CORRÊA, R.M. **Adubação orgânica, intensidade e qualidade de luz no crescimento de plantas, características anatômicas e composição química do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.).** 2008. 131p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

COSTA, C.M.F; JÚNIOR, S.S; ARRUDA, G.R; SOUZA, S.B.S. *Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto*, **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 93-102, jan./mar. 2011.

FARIA JUNIOR, M.J.A.; SOUZA, R. A.R.; HORA, R.C. Cultivo de alface em ambiente protegido, sob diferentes níveis de sombreamento, em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 232-233, jul. 2000. Suplemento.

GALON, K.; BREMENKAMP, CA; MARTINS, MQ; NUNES, JA; BREMENKAMP, DM; COMETTI, NN. 2010. Influência do fluxo de fótons fotossintéticos sobre características agrônômicas e acúmulo de nitrato em plantas de alface cultivadas em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Guarapari-ES, 28: S316-S323, Julho 2010.

GNANASEKHARAN, V.; SHEWFELT, R.L.; CHINN, M.S. Detection of color changes in green vegetables. **Journal of Food Science**, 57, p.149–154, 1992.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V., V.H.; MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable growers**. New York: John Wiley & Sons, 1962. 245p.

FERREIRA, F.A. Efeito do clima sobre as brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.98, p.12-14, 1983.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2000. 402p.

JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2 ed. Cambridge University Press, 1992. 429p.

LEITE, C.A. *Efeito de aluminet em estufa de Pinus y Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1., 2000, Holambra. Anais Holambra: Polysack, 2000.

MARTINS, G. 2006. Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura. In: NEVES, SMAS. 2006. Condição climática de Cáceres/MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA - Os climas e a produção do Espaço no Brasil, 2006, Rondonópolis/MT. Anais/artigos do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, v.2006.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 467-472, 1995.

MILLS, P.J.W.; SMITH, I.E.; MARAIS, G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. **Acta Horticulturae**, n. 281, p. 83-94, 1990.

NOHAMA, M.T.R.; RODRIGUES L.F.O.S.; JUNIOR, S.S.; SILVA, M.B; OLIVEIRA, R.G.; NUNES, M.C.M.; Desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**. n.2 v.29:S103-S109. 2011.

NOMURA, E.S.; LIMA, J.D.; RODRIGUES, S.; GARCIA, V.A.; FUZITANI, E.J.; SILVA, S.H.M.; Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1394-1400, ago, 2009.

NOVO, A.A.C.; MEDEIROS, J.F.; SOUZA, C.H.E.; PEREIRA, P.R.G.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R.; COMETTI, N.N. Influência do sombreamento sobre o crescimento e teores de nitrato em hortaliças folhosas em hidroponia. **Revista Universo Acadêmico**, Nova Venécia, v.13, 2008.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. Disponível em. [http://www.polysack.com/index.php?page\\_id=39](http://www.polysack.com/index.php?page_id=39). Acesso em: 29 de abr. 2013.

RAMOS, J.E.L. **Sombreamento e tipos de recipientes na formação de mudas e produção em alface**. Mossoró, ESAM, 1995. 53 p. (Dissertação mestrado).

RIBEIRO AC; GUIMARÃES PT; ALVARES VH (eds.). **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa. p. 360, 1999.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre-RS: D.C. Luzzatto Editores, 1985. 240p.

RUBATZKY, VE.; YAMAGUCHI, M. World vegetables: principles, production, and nutritive values. Chapman & Hal: New York, 1997.843p.

RYDER, E.J. **Crop production science in horticulture**: Lettuce, endive and chicory. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Salinas, USA. 1999. 208p.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SAKATA Disponível em <http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/brassicas/brocolis>. Acesso em: 20 de abr. 2013.

SANTANA, J. C.; KLOSOWSKI, E. S.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Desempenho de quatro cultivares de alface em ambiente protegido, com e sem uso de malha termorefletora. In: 48º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. Maringá: **ABH**, 2008. p. S3391-S3397 (CD –ROM).

SANTOS, L.L.; SEABRA J.R. S.; NUNES, M.C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SANTOS, C.L.; SEABRA JUNIOR, S.; LALLA, J.G.; THEODORO, V.C.A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, Dourados, v.2, n.3, p.87-98, 2009.

SANTOS, CL; SEABRA JR, S; LALLA, J.G.; THEODORO, VCA; NESPOLI, A. 2009. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49., 2009, Águas de Lindóia. Horticultura Brasileira 27: S3157-S3162. 2009.

SEABRA JR, S; SOUZA, S.B.S.; NEVES, L.G.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; NASCIMENTO, A.S.; RAMPAZZO, R.; LUZ, A.O.; LEÃO, L.L. 2010. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno. **Horticultura Brasileira** 28: S252-S259. 2010.

SEABRA JR, S.; SOUZA, S.B.S.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; AMORIN, R.C.; SANTOS,C.L.; NEVES, L.G. Produção de cultivares de alface sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Águas de Lindóia, v.27, n.2, p.171-176, 2009.

SEABRA JÚNIOR. 2005. **Influência de doses de nitrogênio e potássio na severidade à podridão negra e na produtividade de brócolis tipo inflorescência única**. Botucatu: UNESP-FCA. 81p. (Tese doutorado)

SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: SEEMANN, **Journal Agrometeorology**. New York: Springer- Verlag, 1979. p.165-178.

SEMEDO, C.M.B. **A intensificação da produção hortícola**. 3.ed. Mem Martins: European, 1988. 192 p.

SILVA, G. Brócolis: o primo rico. **Globo Rural**, n.143, 1997.

SILVA, M.B.; JUNIOR S.S.; RODRIGUES, L.F.O.S.; OLIVEIRA, R.G.; NOHAMA M.T.R.; NUNES, M.C.M.; INAGAKI, A.M.; DIAMANTE, M.S.; **Desempenho de cultivares de couve-chinesa sob telados e campo aberto**. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p.91-97, 2011.

SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial**. 3 ed. Goiânia: Líder, 1985. 149p. 2a Parte. (Mimeografado). 1985.

SOUZA, G.S; SILVA, J.S; OLIVEIRA, U.C; LIMA, J.C; SANTOS A.R; Rendimento de biomassa de plantas de erva-cidreira (*Melissa officinalis* L.) cultivada sob diferentes ambientes de luz e doses de fósforo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1516-1526, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.

TAVARES, C.A.M. 2000. Brócolis: O cultivo da saúde. **Revista cultivar** HF 2:20-22.2

TSORMPATSIDIS, E.; HENBEST, R.G.C.; DAVIS, F.J.; BATEY, N.H.; HADLEY, P.; AND WAGSTAFFE, A.; UV irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial importance in Lollo Rosso lettuce “revolution” grown under polyethylene films. **Environ. Exp. Bot.** 63:232-239, 2008.

UC - UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Integrated pest management for cole crops and lettuce**. **Berkeley** : Division of Agriculture and Natural Resources, 1987. 112p.

VOUILLOT, M.O.; HUET, P.; BOISSARD, P. Early detection of N deficiency in wheat crop using physiological and radiometric methods. **Agronomie**, v. 18, p. 117-130, 1998.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; HIMELRICK, D.J. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review. **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**, v.23, p. 1-9, 1993.

## APÊNDICE 1

**Quadro 1.** Resumo da análise de variância das características de massa de matéria fresca total (MFT), de massa de matéria fresca de caule (MFC), de massa de matéria fresca de limbo (MFL), de massa de matéria fresca de pecíolo (MFP), de massa de matéria fresca de cabeça (MFCa), de massa de matéria seca de caule (MSC), de massa de matéria seca de limbo (MSL), de massa de matéria seca de pecíolo (MSP), de massa de matéria seca de cabeça (MSCa) e produtividade (PROD)

Quadrados médios											
FV	GL	MFT	MFC	MFL	MFP	MFCa	MSC	MSL	MSP	MSCa	PROD
<b>BLOCO</b>	3	130650,5	2051,79	20503,44	12306,25	7056,93	11,7441	128,91	75,9848	45,0657	11,2911
<b>TRAT</b>	4	83709,09*	10256,41**	6942,55 <sup>NS</sup>	18668,0**	2602,33*	17,3686 <sup>NS</sup>	137,63**	28,0125 <sup>NS</sup>	141,4937**	4,1637*
<b>RESIDUO</b>	32	22701,39	1247,97	3141,91	3429,32	962,67	7,5923	20,00	20,8998	6,2098	1,5402
<b>CV(%)</b>		7,980	7,599	11,101	11,230	7,760	7,644	11,317	11,317	7,974	7,760

\*\*F significativo a 1%

\*F significativo a 5%

NS F não significativo a 5%

## APÊNDICE 2

**Quadro 2.** Resumo da análise de variância das características de coloração da cabeça, L\* que indica a intensidade de luz (-) escuro para claro (+); a\* que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); b\* que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+) e diâmetro da cabeça (Cab), comprimento da folha (CF), Largura da folha (LF) e Comprimento do pecíolo (CP)

<b>Quadrados médios</b>										
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>h</b>	<b>Dcab</b>	<b>CF</b>	<b>LF</b>	<b>CP</b>
<b>BLOCO</b>	3	2,1299	1,5307	4,2550	3,3904	10,1795	2,0083	9,8731	4,1749	0,2387
<b>TRAT</b>	4	0,4053 <sup>NS</sup>	2,8635 <sup>**</sup>	2,6784 <sup>NS</sup>	4,1844 <sup>NS</sup>	19,3121 <sup>**</sup>	0,1552 <sup>NS</sup>	5,6282 <sup>NS</sup>	1,1509 <sup>NS</sup>	17,9788 <sup>**</sup>
<b>RESIDUO</b>	32	1,2811	0,5404	2,2459	3,0115	2,7495	0,2273	2,3568	0,8313	1,5209
<b>CV(%)</b>		2,856	8,682	7,785	1,458	1,458	3,055	4,848	5,047	5,39

\*\*F significativo a 1%

\*F significativo a 5%

NS F não significativo a 5%

### APÊNDICE 3

**Quadro 3.** Resumo da análise de variância das características de índice de área foliar (IAF), Diâmetro de caule (Dcaule), Comprimento de caule (CC), Número de folhas (NF) e índice SPAD (SPAD)

Quadrados Médios						
FV	GL	IAF	Dcaule	CC	NF	SPAD
<b>BLOCO</b>	3	0,1794356	1,109508	0,7629729	1,447292	10,45221
<b>TRAT</b>	4	1,412568**	0,6224156 <sup>NS</sup>	15,2139*	2,239063*	128,5428**
<b>ERRO A</b>	12	0,2036072	0,776649	4,262713	0,8915625	4,465178
<b>EPÓCA</b>	4	34,80298**	4,480072**	2526,173**	948,8469**	226,4537**
<b>EPÓCA X TRAT</b>	16	0,7974957**	0,7681891 <sup>NS</sup>	2,235111**	3,056641**	13,77385**
<b>RESIDUO</b>	60	0,1545673	0,7669448	0,5482073	0,4980208**	3,826209
<b>CV(%)</b>		13,63	47,09	3,12	4,35	3,01

\*\*F significativo a 1%

\*F significativo a 5%

NS F não significativo a 5%