

PAULUS D; VALMORBIDA R; FERREIRA SB; ZORZZI IC; NAVA GA. 2016. Biomassa e composição do óleo essencial de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras e colhido em diferentes épocas. *Horticultura Brasileira* 34: 046-053. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100007>

## Biomassa e composição do óleo essencial de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras e colhido em diferentes épocas

Dalva Paulus; Raquel Valmorbida; Sintieli B Ferreira; Ivan C Zorzzi; Gilmar A Nava

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos-PR, Brasil; dalvaufsmdeutch@yahoo.com.br (autor para correspondência); raquelvalmorbida@yahoo.com.br; sinti\_eli@hotmail.com; ivanzorzzi@hotmail.com; gilmarlava@utfpr.edu.br

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito das malhas fotoconversoras e épocas de colheita no crescimento, produção de biomassa, teor e composição química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*). O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Foram estudadas quatro épocas de avaliação (90, 120, 150 e 180 dias após o transplante) e três malhas fotoconversoras (malha aluminizada, malha vermelha, malha preta e pleno sol), todas com 50% de irradiância. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4x4, com parcelas subdivididas, no delineamento experimental blocos ao acaso, com três repetições. O cultivo sob malha aluminizada favoreceu o crescimento em altura e diâmetro. Plantas cultivadas a pleno sol resultaram em maior biomassa fresca e seca e maior teor e rendimento de óleo essencial em relação às malhas fotoconversoras. A colheita do manjeriço realizada aos 120 dias após o transplante resultou em maior produção de óleo essencial (0,77 g/planta) e teor de citral (78,26%). O componente majoritário do óleo essencial foi o citral, obtido nas plantas cultivadas sob malha preta (73,25%), aluminizada (72,14%) e pleno sol (71,86%), respectivamente.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum*, manjeriço, citral, radiação, sazonalidade.

### ABSTRACT

#### Biomass production and essential oil composition of basil grown under shading nets and harvested at different times

This study aimed to evaluate the effect of harvest seasons and shading nets in the growth, production, content and chemical composition of essential oil of basil. The experiment was carried out in the experimental area of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Brazil. Four harvest dates (90, 120, 150 and 180 days after transplanting) and three shading nets (aluminized net, red net, black net and full sun), all with 50% irradiance were evaluated. The treatments were arranged in a split-plot 4x4 factorial design with three replications in randomized blocks. Cultivation under aluminized net favored the growth in height and diameter. Basil plants grown under full sun resulted in higher fresh and dry biomass and higher content of essential oil yield in relation to shading nets. The best harvesting period was at 120 days after transplanting and resulted in higher production of essential oil (0.77 g/planta) and citral content (78.26%). The major component of the essential oil was the citral obtained in plants grown under black net (73.25%), aluminized (72.14%) and full sun (71.86%).

**Keywords:** *Ocimum basilicum*, citral, radiation, seasonality.

(Recebido para publicação em 28 de maio de 2014; aceito em 18 de junho de 2015)  
(Received on May 28, 2014; accepted on June 18, 2015)

O manjeriço (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) é uma planta aromática e medicinal, nativo da Ásia e introduzido no Brasil pela colônia italiana. Conhecido popularmente como manjeriço-italiano, manjeriço roxo ou alfavaca, apresenta grande importância econômica, pois é fonte de óleo essencial, usado no preparo de perfumes, cosméticos, condimentos, repelentes de insetos e na indústria farmacêutica (Khosla & Sobti, 1985). É recomendado para problemas digestivos em geral na forma de infusão, indicado contra problemas nas vias respiratórias, infecções bacterianas e parasitas intestinais, além de melhorar a digestão dos alimentos

(Lorenzi & Matos, 2008).

Segundo Vieira *et al.* (2003), a cultivar de manjeriço Limoncino (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) é um híbrido entre manjeriço verdadeiro (*Ocimum basilicum*) e manjeriço branco (*Ocimum americanum*); apresenta forte aroma de limão, conferido pelo citral, constituinte majoritário de seu óleo essencial (Tansi & Nacar, 2000). O óleo essencial tem sido muito usado como condimento em carnes, saladas, bebidas não alcoólicas, sorvetes e na indústria de perfume e produtos de higiene bucal (Loughrin & Kasperbauer, 2001).

As constantes alterações climáticas e as exigências do mercado por produ-

tos de qualidade têm contribuído para que produtores de hortaliças busquem tecnologias de produção que permitam produzir em condições ambientais adversas (altas temperaturas, radiação solar, ventos). No cultivo protegido, uma das alternativas é a utilização de filtros espectrais, que transmitem seletivamente certos comprimentos de ondas (Costa *et al.*, 2012), os quais resultam em alterações nas funções fisiológicas, na morfologia, no crescimento e desenvolvimento das plantas, como resposta à adaptação a uma condição ambiental diferenciada de luminosidade (Tsormpatsidis *et al.*, 2008).

As malhas fotoconversoras Chro-

matinet alteram o espectro de luz transmitido, dentre elas, a malha vermelha, que apresenta maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas. Sendo assim, a luz vermelha atua no desenvolvimento da estrutura fotossintética, favorecendo o crescimento das plantas (Shahak *et al.*, 2004).

A malha termorefletora aluminiada, conhecida comercialmente por Aluminet®, permite manejar a diferença de temperatura entre o dia e a noite, protegendo as espécies vegetais da radiação solar excessiva e conservando o calor no interior do ambiente no período do inverno. É utilizada no cultivo de espécies ornamentais, hortícolas e frutíferas, proporcionando resultados significativos na produção de biomassa (Leite *et al.*, 2008). A malha preta (sombrite) é considerada neutra, sem influência na qualidade espectral da luz, atua apenas na redução da incidência de radiação sobre as plantas (Oren-Shamir *et al.*, 2001).

A biossíntese dos óleos essenciais é influenciada por fatores climáticos como fotoperíodo, temperatura, umidade, precipitação e intensidade de radiação solar, que podem determinar a época ideal de colheita, para se obter maior quantidade de óleo essencial e do princípio ativo desejado. O estágio de desenvolvimento da planta também interfere na produção de metabólitos secundários (Taveira *et al.*, 2003). Tansi & Nacar (2000), em trabalhos realizados com *Ocimum basilicum var. citriodorum* observaram que o constituinte principal do óleo essencial foi o citral (89,28%) e foi na época da floração que a planta produziu mais óleo (0,71%).

Dentre os relatos da literatura sobre a influência das malhas coloridas no crescimento, produção e teor de óleo essencial de espécies de manjeriço, cita-se o de Martins *et al.* (2008), que em cultivo de *O. gratissimum* sob malhas coloridas azul, preta e vermelha, verificaram que o teor de óleo essencial das plantas cultivadas sob malha azul foi de 1,19%, o que correspondeu a um acréscimo de 142% em relação ao teor verificado nas plantas cultivadas a pleno

sol. Os autores constataram que o sombreamento de 50% favorece a produção de óleo essencial em *O. gratissimum* e que a luz pode ser modulada durante o cultivo a fim de se obter características morfológicas desejáveis e maximizar a produção de princípios ativos nessa espécie.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito das malhas fotoconversoras e épocas de colheita no crescimento, produção, teor e composição química do óleo essencial de manjeriço.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Olericultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, na região ecoclimática do Sudoeste do Paraná (25°24'2"S, 53°20'6"O, altitude média 520 m) (INMET, 2012). O solo local é do tipo Nitossolo Vermelho Distroférrico (Bhering *et al.*, 2008), que apresentou em pré-plantio sob as malhas de cultivo e a pleno sol, as seguintes características químicas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH= 6,6; matéria orgânica (g/dm<sup>3</sup>)= 54,95; P, Cu, Fe, Zn, Mn (mg/dm<sup>3</sup>)= 1.422,35; 5,71; 47,53 e 198,54, respectivamente; K, Ca, Mg, SB, H+AI (cmolc/dm<sup>3</sup>)= 1,95; 11,81; 4,57; 18,33 e 2,70, respectivamente; V (%)= 87,16 e CTC= 21,03; e em campo: pH= 6,7; matéria orgânica (g/dm<sup>3</sup>)= 53,61; P, Cu, Fe, Zn, Mn (mg/dm<sup>3</sup>)= 1.355,78; 2,51; 24,91; 27,37 e 202,21, respectivamente; K, Ca, Mg, SB, H+AI (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 1,95; 11,81; 4,57; 18,33 e 2,70 respectivamente; V (%)= 87,16 e CTC= 19,23.

Foram estudadas quatro épocas de colheita, que corresponderam a 90, 120, 150 e 180 dias após o transplantio (DAT) e três malhas fotoconversoras: malha aluminiada (Aluminet), malha vermelha (Chromatinet), malha preta (Sombrite) e pleno sol (testemunha). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4x4, com parcelas subdivididas, no delineamento experimental blocos ao acaso, com três repetições. Todas as malhas avaliadas interceptaram a radiação solar em 50%. As malhas foram instaladas sob ambiente protegi-

do a 2,0 m de altura do solo. A área de cada parcela (épocas de colheita) foi de 12 m<sup>2</sup> (2x6 m), enquanto da subparcela (malhas de sombreamento), de 3 m<sup>2</sup> (1,5x2,0 m).

A cultivar avaliada foi *O. basilicum var. citriodorum* que foi reproduzida por meio de sementes em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, contendo substrato comercial Mecplant®, sob nebulização intermitente. As plantas com 7 cm de altura e seis folhas definitivas foram transplantadas nos canteiros com dimensões de 2,0x1,5 m, no espaçamento de 0,5x0,4 m entre linhas e entre plantas, respectivamente. A adubação de plantio foi de 2 kg/m<sup>2</sup> de cama de aviário compostada (Blank *et al.*, 2010). Durante o período de cultivo foram realizadas irrigações por gotejamento conforme a necessidade da cultura. O controle de plantas espontâneas foi por meio de capinas manuais.

Os dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar) foram obtidos de datalogers instalados sob cada malha. Os valores médios de temperatura e umidade, respectivamente, foram: malha aluminiada: 19,00°C; 86,25%; malha preta: 20,05°C; 83,54%; malha vermelha: 20,29°C; 81,96%; pleno sol: 19,56°C; 79,43%. Os valores de radiação e precipitação, respectivamente: fevereiro: 793,73 kJm<sup>2</sup> e 239,4mm; março: 756,39 kJm<sup>2</sup> e 358,2 mm; abril: 701,67 kJm<sup>2</sup> e 89,8 mm; maio: 700,35 kJm<sup>2</sup> e 286,4 mm; junho: 964,25 kJm<sup>2</sup> e 538,8 mm, foram obtidos da estação meteorológica (16 UTC) da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, localizada próxima à unidade experimental.

Foram analisadas a altura das plantas (com trena métrica, desde o colo até o ápice da planta), diâmetro (à altura do colo com paquímetro digital, determinadas quinzenalmente, dos 15 aos 75 DAT). Verificou-se que após os 75 DAT, estabilizou o crescimento em altura e diâmetro, não justificando continuar com as avaliações dessas características.

A área foliar foi obtida pelo método dos discos foliares em quatro épocas (90, 120, 150 e 180 DAT), de acordo com metodologia descrita por Fernandes (2000). Foram coletadas folhas apicais, basais e medianas, das quais retiraram-se 50 discos com área de 0,636 cm<sup>2</sup>

de cada folha. As clorofilas a, b e total foram determinadas nas folhas da parte apical, basal e mediana de três plantas por parcela, com clorofilômetro clorofilog (Falker®) nas mesmas épocas da área foliar.

As biomassas fresca e seca da parte aérea foram determinadas aos 90, 120, 150 e 180 DAT. As plantas foram coletadas às 8:00 horas, pesadas em balança de precisão e secas em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 40°C até massa constante.

O teor de óleo essencial foi obtido da coleta de plantas de manjeriço de todos os tratamentos por meio de extração dos componentes voláteis realizado em aparelho modificado do tipo Clevenger (método de hidrodestilação) por 1:20 h. As amostras para extração eram de 70 g de folhas e inflorescências secas em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 40°C até massa constante. Após a obtenção do óleo essencial foram obtidos massa e o teor, calculados pela fórmula  $T\% = \text{massa do óleo (g)} / 70 \text{ g} \times 100$  e a produção de óleo (PO) em litros por hectare considerando a densidade do óleo essencial como sendo de 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

As análises químicas do óleo essencial foram realizadas em sistema de cromatografia gasosa de alta resolução, em cromatógrafo a gás HP 7820-(Agilent), coluna: HP5 30 m x 0,32 mm x 0,25 µm (Agilent); temp. da coluna: 70°C (0 min), 3°C/min, até 200°C. Injetor: 220°C Split: 1/50. Detector FID: 220°C. Gás de arraste: H<sub>2</sub> a 2 mL/min. Vol. de injeção: 1 µL. Concentração da amostra: 1,0% em clo-

rofórmio. Software de aquisição de dados: EZChrom Elite Compact (Agilent).

Os resultados das características analisadas foram submetidos à análise de variância com teste F ( $p < 0,01$ ) e aos tratamentos quantitativos (quatro épocas de colheita) foram ajustados modelos de regressão, sendo selecionadas dentro da equação de regressão, aquelas de efeito significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade, com auxílio do programa "SAS" (SAS, 1999). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre malhas fotoconversoras e épocas de colheita para nenhuma das características analisadas de manjeriço. Verificou-se que as plantas de manjeriço apresentaram alterações no crescimento em função das diferentes cores das malhas de sombreamento. Plantas crescidas sob malha aluminizada apresentaram maior crescimento em altura (66,58 cm) e a pleno sol, a menor altura (53,01 cm) (Tabela 1). Os resultados de altura corroboram com os de Biasi & Dechamps (2009), pois segundo os autores, o crescimento do manjeriço é ereto, atingindo altura variável entre 0,6 a 1,0 m. De acordo com Fiallo *et al.* (1996), o manjeriço pode ser considerado uma espécie heliófita, sendo o alongamento do caule uma resposta para evitar a sombra, para assim ter maior

captação de energia luminosa.

O maior diâmetro do colo (1,06 cm) foi observado sob malha aluminizada (Tabela 1), evidenciando que a redução da intensidade de luz, sem a alteração da qualidade espectral, proporciona plantas de caule mais delgado (Martins *et al.*, 2008).

O cultivo de manjeriço sob malha aluminizada proporcionou maior área foliar (1840,22 cm<sup>2</sup>) que o cultivo sob malha preta, vermelha e pleno sol (Tabela 1). Os menores valores de área foliar verificados nas plantas crescidas sob malha vermelha, preta e sob pleno sol indicam que ocorreu menor alocação de fotoassimilados para as folhas. Em estudos com *O. gratissimum* sob malhas coloridas azul, preta e vermelha, Martins *et al.* (2008) verificaram maiores áreas foliares sob as malhas azul e vermelha que o cultivo a pleno sol.

Não houve diferença significativa entre as malhas fotoconversoras para clorofila a, clorofila b e total evidenciando que essas características não sofreram influência quanto às cores das malhas (Tabela 1). Souza *et al.* (2011) observaram em guaco (*Mikania laevigata*) que plantas mantidas a pleno sol tiveram os menores teores de clorofila a e b comparado às malhas vermelha, cinza e azul.

Constatou-se que a altura apresentou um ajuste linear, chegando aos 75 DAT com 92,46 cm (Figura 1a). Albuquerque & Honório (2008), estudando a mesma espécie, observaram que aos 70 DAT as plantas estavam com 63,8 cm de altura.

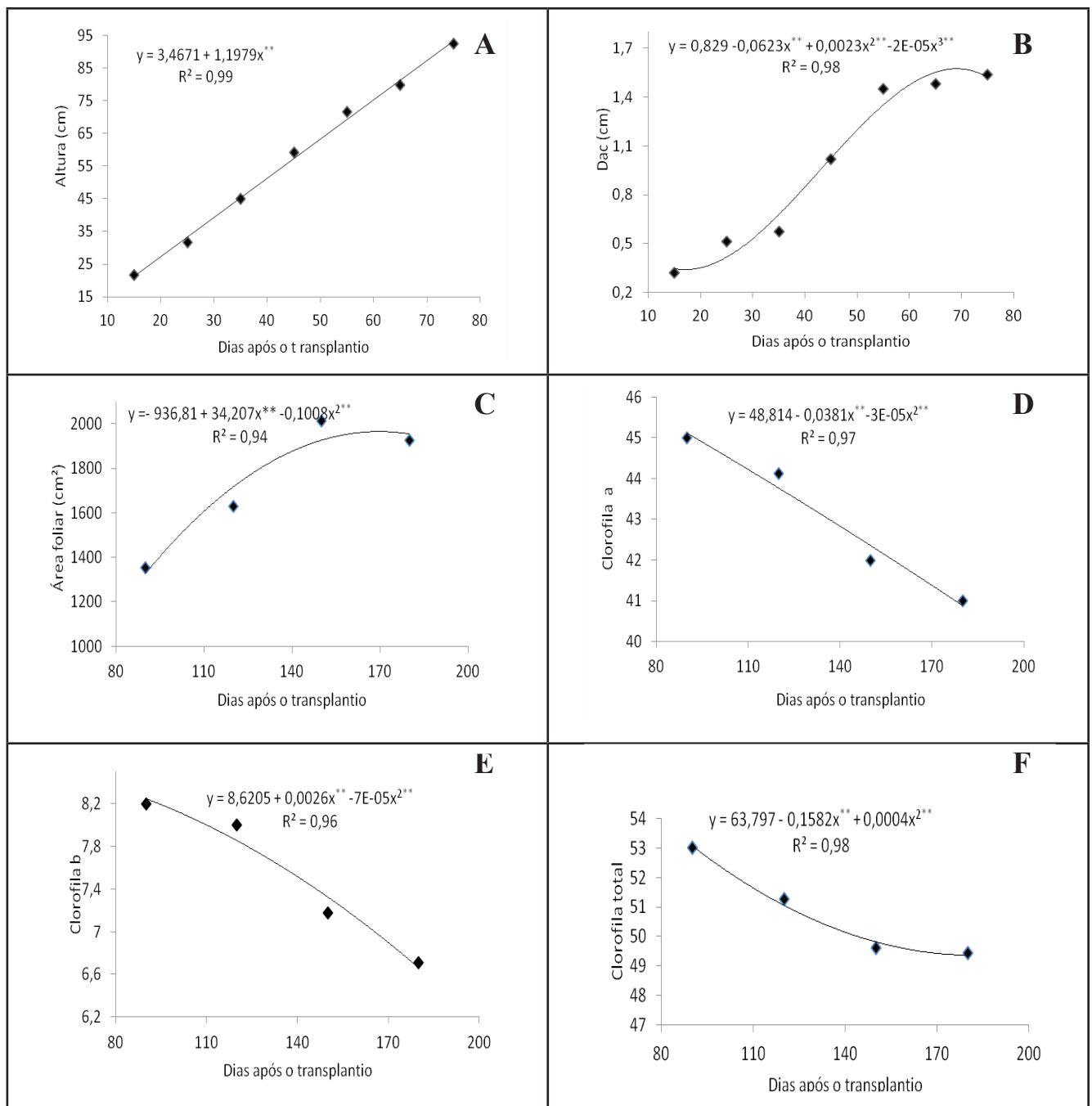
Para o diâmetro do colo houve um ajuste polinomial, com valores crescentes até os 75 DAT (Figura 1b), o que permite afirmar que a planta estaria direcionando sua energia para outras funções, além do crescimento vegetativo, o período reprodutivo, uma vez que, aos 75 DAT as plantas estavam no estágio inicial de florescimento.

Analisando os dados de área foliar nas épocas avaliadas, verificou-se ajuste quadrático (Figura 1c). Observou-se que a maior área foliar (2012,67 cm<sup>2</sup>) ocorreu aos 150 DAT, possivelmente devido a um aumento no número de folhas por planta, ao invés de expansão foliar individual (Sifola & Barbieri, 2006). Aos 180 DAT as plantas apresen-

**Tabela 1.** Altura, diâmetro do colo (DC), área foliar e clorofila a, b e total de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras (height, stem diameter (DC), leaf area and chlorophyll a, b and total of basil grown under shading nets). Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

Malhas	Altura	DC	Área foliar (cm <sup>2</sup> /planta)	Clorofila (unidade SPAD)		
	(cm)			a	b	Total
Aluminizada	66,58 a*	1,10 a	1840,22 a	43,58 a	7,66 a	50,58 a
Preta	57,28 b	0,98 b	1617,75 b	43,30 a	7,36 a	50,46 a
Vermelha	59,61 b	0,94 b	1600,58 b	42,31 a	7,38 a	49,69 a
Pleno sol	53,01 c	0,90 b	1674,93 b	44,40 a	7,69 a	51,93 a
CV (%)	11	19	10	5	10	6

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test,  $p < 0,05$ ).



**Figura 1.** Altura (a); diâmetro do colo (Dc) (b); área foliar (c); clorofila a (d); clorofila b (e) e clorofila total (f) de manjerição em diferentes dias após o transplântio (DAT) {height (a), stem diameter (Dc) (b), leaf area (c), chlorophyll a (d), chlorophyll b (e) and total chlorophyll (f) of basil at different days after transplanting (DAT); \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F (\*\*significant at 1% probability through the F test)}. Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

taram abscisão das folhas e formação de sementes maduras.

Os valores de clorofila a, b e total apresentaram um ajuste quadrático ao longo do período (Figura 1d; 1e; 1f), com maiores valores de clorofila a (45); clorofila b (8,20) e total (53) aos 90 DAT, e decréscimo aos 180 DAT, possivelmente devido ao término do ciclo reprodutivo.

A biomassa fresca e seca aérea, teor, rendimento e produtividade de óleo essencial das plantas cultivadas a pleno sol foi maior que as dos demais ambientes de cultivo (Tabela 2). De acordo com Larcher (2004), as plantas heliófitas utilizam com eficiência altas intensidades de radiação graças à elevada capacidade do sistema de transporte de elétrons e, desta forma, conseguem

maiores ganhos fotossintéticos, resultando em maior conteúdo energético de massa seca. As plantas crescidas sob malha preta foram as que acumularam a menor quantidade de biomassa fresca e seca aérea (Tabela 2).

Na literatura há relatos do aumento do teor de óleo essencial em plantas aromáticas com o aumento da taxa de luminosidade (Costa *et al.*, 2010). A in-

**Tabela 2.** Biomassa fresca (BFA) e seca da parte aérea (BSA), teor de óleo essencial (TOE), rendimento de óleo essencial (ROE) e produtividade de óleo essencial (POE) de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras {fresh biomass (BFA) and dry mass of the aboveground part (BSA), content of essential oil (TOE), essential oil yield (ROE) and yield of essential oil (POE) of basil grown under shading nets}. Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

Malhas	BFA	BSA	TOE (%)	ROE (g/planta)	POE (L/ha)
	(g/planta)				
Aluminizada	596,83 b*	169,16 b	0,86 b	0,61 b	27,58 b
Preta	473,87 c	144,42 b	0,89 b	0,59 b	26,68 b
Vermelha	526,76 b	165,71 b	0,64 c	0,49 c	22,38 c
Pleno sol	723,33 a	232,83 a	0,96 a	0,78 a	34,83 a
CV (%)	10	19	17	16	15

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by the same letter in the column do not differ significantly by Tukey test,  $p < 0,05$ ).

tensidade solar é um fator que influencia a concentração, bem como a composição dos óleos essenciais. De acordo com Morais (2009), o desenvolvimento dos tricomas glandulares, estruturas vegetais que biossintetizam e armazenam o óleo essencial de *O. basilicum* são processos dependentes da luz.

Na malha vermelha foram constatados os menores valores de teor, rendimento e produtividade de óleo essencial (Tabela 2). Pode-se inferir que plantas de manjeriço não respondem positivamente à utilização da malha vermelha para produção de óleo. Isso pode ter ocorrido devido à alteração no espectro

de luz que incidiu nas plantas, pois a malha vermelha reduz as ondas azuis, verdes e amarelas e acrescentam ondas na faixa do vermelho a vermelho-distante, o que pode ter provocado a anulação de alguma rota importante para a síntese de terpenos, interferindo na produção de óleo essencial. Em estudos com melissa (*Melissa officinalis*) Brant *et al.* (2009) também encontraram menor rendimento (0,06 g/planta) e teor de óleo essencial (0,34%) em malha vermelha.

Esses resultados evidenciam as respostas fisiológicas das plantas de manjeriço às condições diferenciadas de espectros de luz fornecidas pelo uso

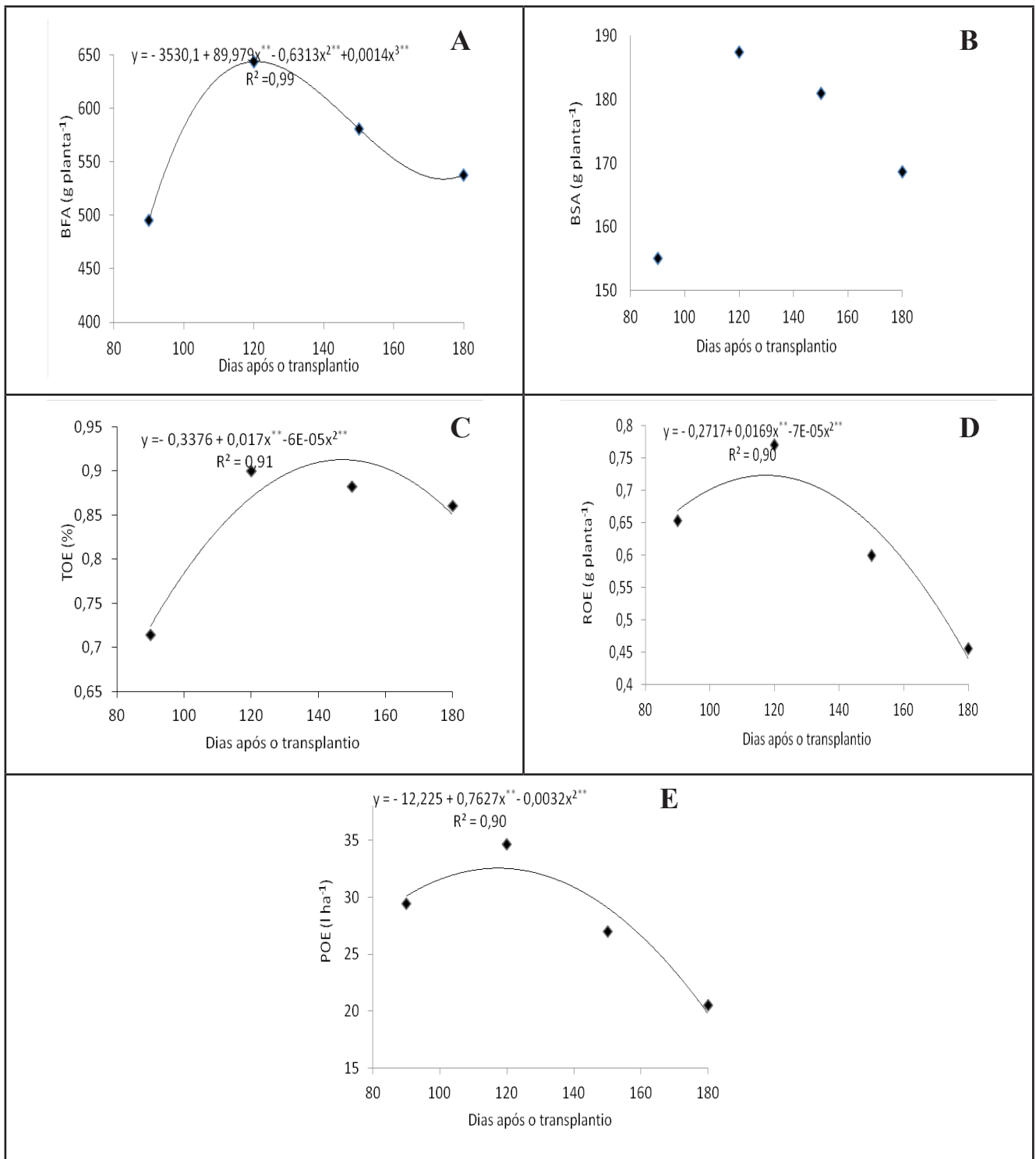
das malhas coloridas. Assim, espécies do mesmo gênero podem apresentar respostas diferentes, uma vez que, em plantas de *O. selloi*, o sombreamento de 50% não causou variações na produção de óleo essencial em relação a pleno sol (Gonçalves *et al.*, 2003). Também, Martins *et al.* (2008) constataram que plantas de *O. gratissimum* crescidas a pleno sol resultaram em menor teor de óleo essencial que em malhas coloridas (azul, vermelha e preta).

Os resultados de biomassa fresca da parte aérea, teor, rendimento e produtividade de óleo essencial apresentaram diferenças significativas em função das épocas de colheita avaliadas, apresentando efeitos quadráticos (Figuras 2a; 2c, 2d e 2e). A colheita realizada aos 120 dias após o transplantio resultou em maior biomassa fresca da parte aérea, teor, rendimento e produtividade de óleo essencial. Para biomassa seca da parte aérea não ocorreu efeito significativo em função das épocas avaliadas, sendo o valor médio de 173,03 g/planta. Constatou-se que nessa época de colheita as plantas estavam em plena floração, o que pode ter favorecido a síntese do óleo essencial. Também as condições climáticas favoráveis com temperatura média de 21,36°C e umidade relativa do ar de 82,4% favoreceram a produção de óleo essencial, evitando que óleo

**Tabela 3.** Componentes do óleo essencial (%) de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras {components of the essential oil (%) of basil grown under shading nets}. Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

Componentes	I.K.*	Malhas fotoconversoras			Pleno sol	CV (%)
		Aluminizada	Preta	Vermelha		
Mirceno	1048,21	0,44b**	0,43b	0,50a	0,52a	10
1,8 Cineol	1070,66	0,48c	0,47c	0,66b	0,82a	12
Linalol	1112,49	9,70b	9,06b	11,02a	10,04a	7
Citronelal	1149,59	0,29a	0,53a	0,54a	0,56a	15
Terpinen-4ol	1177,85	0,50a	0,49a	0,23b	0,52a	18
Neral	1231,93	30,86a	31,57a	28,13b	30,42a	11
Geranial	1261,84	41,28a	41,68a	36,76b	41,44a	13
Eugenol	1358,51	0,74b	0,71b	1,00a	0,76b	8
$\beta$ -Cariofileno	1408,22	2,24a	2,05b	1,75c	2,20a	11
Muuroleno	1473,70	0,55d	0,84b	0,46c	0,97a	14
Butirato de geranila	1544,35	2,42b	2,33b	2,17c	2,55a	9
Óxido de cariofileno	1578,22	1,49c	1,54b	3,07a	1,52b	6

\*I.K. = índice de Kovats; \*\*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas, em cada variável, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by same lowercase letters in the lines in each variable are not statistically different by Tukey test,  $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Biomassa fresca da parte aérea (BFA) (a); biomassa seca da parte aérea (BSA) (b); teor de óleo essencial (TOE) (c); rendimento de óleo essencial (ROE) (d) e produção de óleo essencial (POE) (e) de manjeriço aos 90, 120, 150 e 180 dias após o transplântio (aboveground part fresh weight (BFA) (a); aboveground part dry weight of shoots (BSA) (b); content of essential oil (TOE) (c); essential oil yield (ROE) (d) and production of essential oil (POE) (e) of basil at 90, 120, 150 and 180 days after transplanting). Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

concentrado nos tricomas fosse volatilizado pelas altas temperaturas e baixa umidade do ar.

A informação da época de maior produção de biomassa fresca e seca é

muito importante para o produtor que, além de produzir óleo essencial, comercializa folhas para chás. Os resultados obtidos no estudo poderão contribuir para definição das colheitas, gerando

suporte para produzir óleo essencial que atenda aos padrões exigidos pelo mercado e formulações de medicamentos fitoterápicos.

Lemberkovic *et al.* (1993), em tra-

**Tabela 4.** Componentes do óleo essencial (%) de manjerição em diferentes épocas de colheita (90, 120, 150 e 180 dias após transplantio) (components of the essential oil (%) of basil in different harvest times (90, 120, 150 and 180 days after transplanting). Dois Vizinhos, UTFPR, 2013.

Componentes	I.K.*	Dias após o transplantio			
		90	120	150	180
Mirceno	1048,21	0,33 d	0,65 a	0,36 c	0,54b
1,8 Cineol	1070,66	1,10 a	0,17 d	0,94 b	0,23 c
Linalol	1112,49	14,90 a	5,61 d	11,31 b	8,00 c
Citronelal	1149,59	0,56 a	0,39 d	0,51 b	0,46 c
Terpinen-4ol	1177,85	0,31 d	0,37 c	0,46 b	0,59 a
Neral	1231,93	26,38 d	33,31 a	30,58 c	30,71 b
Geranial	1261,84	36,22 d	44,95 a	40,78 b	39,22 c
Eugenol	1358,51	0,84 b	0,64 c	0,63 d	1,10 a
β-Cariofileno	1408,22	3,04 a	1,50 d	2,05 b	1,67 c
Muuroleno	1473,70	1,47 a	0,20 d	0,83 b	0,33 c
Butirato de geranila	1544,35	3,56 a	1,86 c	2,27 b	1,78 d
Óxido de cariofileno	1578,22	1,25 d	1,99 b	1,40 c	2,99 a

\*I.K.= índice de Kovats; \*\*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas, em cada variável, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by same lowercase letters in the lines in each variable are not statistically different by Tukey test,  $p < 0,05$ ).

balhos com *O. basilicum*, observaram que no início do florescimento o óleo essencial se concentra em parte, nas folhas, e durante o pleno florescimento e estádios posteriores se concentra, principalmente, nas inflorescências. Observou-se que na floração ocorreu maior teor e rendimento de óleo essencial, e diminuição progressiva do teor e rendimento de óleo nas colheitas sucessivas (150 e 180 DAT) (Figura 2). Aos 180 DAT verificou-se que a planta estava no fim de seu ciclo produtivo, sem presença de flores, apenas sementes.

Tansi & Nacar (2000), estudando *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* observaram que a época de maior produção de óleo (0,71%) foi no início da floração (90 DAT), com declínio de produtividade nas demais colheitas (120 e 150 DAT). De maneira semelhante, o teor de óleo essencial de *Mentha x piperita citrata* variou com a idade da planta, apresentando ajuste quadrático, com menores valores na primeira colheita (60 DAT) alcançando teor máximo (1%) aos 120 dias, com decréscimo aos 210 dias, quando ocorreu a senescência da planta (Oliveira *et al.*, 2012).

A análise cromatográfica dos óleos essenciais extraídos das plantas culti-

vadas sob as diferentes malhas revelou grande variabilidade na composição química (Tabela 3). Os constituintes identificados foram geranial (36,76 a 41,68%), neral (28,13 a 31,57%), linalol (9,06 a 11,02), além de óxido de cariofileno, mirceno, 1,8 cineol, citronelal, terpinen-4-ol, eugenol, β-cariofileno, muuroleno, butirato de geranila em menores quantidades.

Independente do tratamento, o componente majoritário foi o citral (geranial + neral) que variou entre 64,89 e 73,25% (Tabela 3). Os maiores teores de geranial e neral foram obtidos nas malhas preta, aluminizada e pleno sol. Na malha vermelha se obteve os menores valores de geranial e neral. Os valores de citral estão próximos aos encontrados por Tansi & Nacar (2000) estudando *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* que obtiveram teores de citral entre 84,7 e 89,3%. A importância comercial do óleo essencial de manjerição depende da percentagem desses dois componentes, bem como da baixa percentagem de outros componentes indesejáveis, como o nerol e geraniol, que são formas oxidativas do neral e geranial, e que afetam a qualidade do óleo essencial (Tabatabaie & Nazari, 2007). Não foram encontrados

esses componentes oxidativos no óleo essencial. Observou-se que o maior teor de citral no óleo essencial resultou em um distinto e forte aroma de limão, características condizentes àquelas descritas por Tansi & Nacar (2000) para essa espécie.

A malha vermelha e pleno sol resultaram em maior teor de linalol em relação às demais malhas. Da mesma forma, Tansi & Nacar (2000) também quantificaram o linalol como segundo componente em maior quantidade (3,6 a 5,8%) para *O. basilicum* var. *citriodorum*. O espectro de luz solar incidente que desfavoreceu a produção de citral na malha vermelha favoreceu a produção de linalol.

A composição química do óleo essencial pode ser bastante variável devido à diversidade genética, o habitat e os tratos culturais. Tansi & Nacar (2000) afirmam que o citral é componente majoritário em *O. basilicum* var. *citriodorum*. O gene responsável pelo citral é dominante sobre os responsáveis pelos componentes geraniol e linalol em *O. citriodorum* (Sobti *et al.*, 1978).

Entre as épocas de colheita realizadas, o componente químico majoritário foi o citral (geranial + neral), com valores de 62,20 a 78,26% (Tabela 4). Na segunda colheita (120 DAT), quando a planta estava em plena maturidade, foram obtidos valores superiores (78,26%) das demais colheitas e a primeira colheita (90 DAT) apresentou menor teor de citral (62,20%). O maior teor de citral pode estar relacionado com a idade da planta aliada ao período de plena floração. O linalol se apresentou como o segundo componente de maior teor entre as colheitas, sendo que, na primeira colheita (90 DAT), alcançou maior teor (14,90%), e, na segunda, o menor (5,61%). Diferenças na composição química do óleo essencial, em relação à idade da planta, também foram encontradas por Oliveira *et al.* (2012) para *Mentha piperita* var. *citrata*, sendo essas, relacionadas às condições climáticas, à idade e ao estágio de desenvolvimento da planta.

Conclui-se que o cultivo sob malha aluminizada favoreceu o crescimento de manjerição. Aos 120 dias após o transplantio resultou em maior produção de

biomassa fresca, óleo essencial (0,77 g/planta) e teor de citral (78,26%). Plantas de manjeriço cultivadas sob pleno sol produziram maior biomassa fresca e seca, teor e rendimento de óleo essencial. O cultivo sob malhas não influenciou no aumento do teor e rendimento, mas sim na composição química do óleo essencial. O citral foi o constituinte majoritário do óleo essencial, sendo o maior teor presente no cultivo sob malhas preta, aluminizada e pleno sol.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE MB; HONÓRIO TL. 2008. *Curva de crescimento e produção de biomassa em acessos de Ocimum basilicum var. citriodorum*. Brasília: UnB. 22p. (Monografia graduação).
- BHERING SB; SANTOS HG; BOGNOLA IA; CÚRCIO GR; MANZATTO CV; CARVALHO JÚNIOR W; CHAGAS CS; ÁGLIO MLD; SOUZA JS. 2008. *Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CIAT. 74p.
- BIASI LA; DESCHAMPS C. 2009. *Plantas Aromáticas do cultivo a produção de óleo essencial*. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda. 160p.
- BLANK AF; SOUZA EM; PAULA JWA; ALVES PB. 2010. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. *Horticultura Brasileira* 28: 305-310.
- BRANT RS; PINTO JEBP; ROSA LF; ALBUQUERQUE CJB; FERRIPH; CORRÊA RM. 2009. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Ciência Rural* 39: 1401-1407.
- COSTA AG; CHAGAS JH; PINTO JEBP; BERTOLUCCI SKV. 2012. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 534-540.
- COSTA LCB; PINTO JEBP; CASTRO EM; ALVES E; ROSAL LF; BERTOLUCCI SKV; ALVES PB. 2010. Yield and composition of the essential oil of *Ocimum selloi* Benth. cultivated under colored netting. *Journal of Essential Oil Research* 22: 34-39.
- FERNANDES PD. 2000. *Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal*. Campina Grande: UFPB. 22p.
- FIALLO VRF; MEDINA NNR; FERRADÁ CR. 1996. Acerca de la propagación de *Ocimum gratissimum* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinas* 1: 3-7.
- GONÇALVES LA; BARBOSA LCA; AZEVEDO AA; CASALI VWD; NASCIMENTO EA. 2003. Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 6: 8-14.
- INMET: *Estação meteorológica A843 de Dois Vizinhos, PR*. 2012. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/sonabra/sonabra.html>. Acessado em 30 de maio 2012.
- KHOSLA MK; SOBTI SN. 1985. Karyo morphological studies in genus *Ocimum* II. Sanctum group. *Cytologia* 50: 253-63.
- LARCHER W. 2004. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e Textos. 531p.
- LEITE CA; ITO RM; LEE GTS; GANELEVIN R; FAGNANI MA. 2008. Light spectrum management using colored nets to control the growth and blooming of *Phalaenopsis*. *Acta Horticulturae* 770: 177-184.
- LEMBERKOVICS EH; NGUYEN K; TARR II; PETRI G; VITANYI GY. 1993. Formation of biologically active substances of *O. basilicum* during the vegetation period. *Acta Horticulturae* 344: 334-346.
- LORENZI H; MATOS FJA. 2008. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum. 544p.
- LOUGHNIN JH; KASPERBAUER MJL. 2001. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenolic content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 1331-1335.
- MARTINS JR; ALVARENGAAA; CASTRO EM; PINTO JEBP; SILVA APO. 2008. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 10: 102-107.
- MORAIS LAS. 2009. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira* 27: 50-63.
- OLIVEIRA ARMF; JEZLER CN; OLIVEIRA RA; COSTA LCB. 2012. Influência da idade da planta na produção de óleo essencial de alevante. *Revista Ceres* 59: 241-245.
- OREN-SHAMIR M; GUSSAKOVSKY EE; SPIEGEL E; NISSIM-LEVI A; RATNER K; OVADIA R; GILLER YE; SHAHAK Y. 2001. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 353-361.
- SAS INSTITUTE. 1999. *SAS: user's guide statistics: version 8.0 edition*. Cary. 956 p.
- SHAHAK Y; GUSSAKOVSKY EE; GAL E; GAELEVIN R. 2004. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Horticulturae* 659: 143-161.
- SIFOLA MI; BARBIERI G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae* 108: 408-413.
- SOBTI SN; PUSHANGADAN RK; THAPA SG; AGGARWAL VN; VASHIST CK. 1978. Chemical and genetic investigations in essential oils of some *Ocimum* species, their hybrids and synthesized allopolyploids. *Lloydia* 41: 50-55.
- SOUZA GS; CASTRO EM; SOARES AM; SANTOS AR; ALVES E. 2011. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. *Semina* 32: 1843-1854.
- TABATABAIE SJ; NAZARI J. 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31: 245-253.
- TANSI S; NACAR S. 2000. First cultivation trials of lemon basil (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3: 395-397.
- TAVEIRA FSN; LIMA WN; ANDRADE EHA; MAIA JGS. 2003. Seasonal essential oil variation of *Aniba canelilla*. *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 69-75.
- TSORMPATSIDIS E; HENBEST RGC; DAVIS FJ; BATTEYA NH; HADLEYA P; WAGSTAFFE A. 2008. UV irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial importance in Lollo Rosso lettuce 'Revolution' grown under polyethylene films. *Environmental and Experimental Botany* 63: 232-239.
- VIEIRA RF; GOLDSBROUGH P; SIMON JE. 2003. Genetic diversity of basil (*Ocimum spp.*) based on RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 94-99.