

Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento

José Eduardo BP Pinto; Júlio César W Cardoso; Evaristo M de Castro; Suzan Kelly V Bertolucci; Lucas A de Melo; Sara Dousseau

UFLA, C. Postal 3037, 37200-000 Lavras-MG; jeduardo@ufla.br.

RESUMO

Mudanças nas características anatômicas e fisiológicas e na produção de óleo essencial de plantas medicinais sob influência de diferentes condições de radiação têm sido evidenciadas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar essas variações em plantas de alfazema-do-Brasil (*Aloysia gratissima* [Gilles & Hook.] Tronc.) Verbenaceae, crescidas a pleno sol e com 40 e 80% de redução da radiação solar incidente. Para a análise de crescimento, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três níveis de luzes e cinco repetições de três plantas. As análises do teor de clorofila e da anatomia foliar foram realizadas em DIC com três repetições de três plantas e, a análise do óleo essencial, em DIC, com três repetições de cinco plantas, para cada nível de radiação. O nível de 40% de sombreamento foi o melhor no aspecto de crescimento. A matéria seca dos diversos órgãos da planta não diferiu entre os tratamentos com 40% de sombreamento (massa seca total 201 g) e a pleno sol (148 g), ambos significativamente superiores ao tratamento com 80% de sombreamento (68,6 g). Plantas cultivadas a pleno sol apresentaram folhas com epiderme adaxial, parênquima paliádico, esponjoso e limbo significativamente mais espesso que nos demais tratamentos, enquanto plantas crescidas a 80% de sombreamento apresentaram folhas com a epiderme abaxial significativamente mais espessa. Não houve efeito significativo do sombreamento sobre o teor do óleo essencial, que variou de 2,1 a 2,2%, embora o rendimento de óleo essencial tenha sido significativamente superior nas plantas crescidas em plena luz (0,73 g planta⁻¹) e a 40% de sombreamento (0,88), em relação àquelas crescidas a 80% de sombreamento (0,26). Houve aumento significativo da concentração de clorofila *a* e *b* em função da diminuição da intensidade de radiação (20,7 mg de clorofila total por g de massa fresca a pleno sol; e 23,7 e 32,0 com 40 e 80% de sombreamento respectivamente) e uma redução significativa na razão *a/b* (3,13 a pleno sol e 2,94 e 2,69, a 40 e 80% de sombreamento, respectivamente).

Palavras-chave: *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook.) Tronc., Verbenaceae, planta medicinal, luz, características morfológicas, características histológicas.

ABSTRACT

Morphophysiological aspects and essential oil content in Brazilian-lavender as affected by shadowing

Changes in the anatomical and physiologic characteristics and in the production of essential oil of medicinal plants under influence of different radiation conditions have been demonstrated. The objective of this study was to characterize the variation in the anatomical and physiologic characteristics, and in the essential oil content of the Brazilian-lavender (*Aloysia gratissima* [Gilles & Hook.] Tronc., verbenaceae), grown in different shading levels, characterized by the reduction of 0; 40, and 80% of the incident solar radiation. For growth analyses we used a completely randomized design (CRD), with three levels of light and five replicates of three plants. The analyses of chlorophyll content and leaf anatomy were performed in CRD, with three replicates of three plants, while the analyses of essential oil content was carried out in CRD, with three replicates of five plants for each light level. The results showed that 40% of shading was the best condition for plant growth. Dry matter from different organs of the plant did not differ in the treatments 40% of shading (total dry matter 201 g) and at full sunlight (148 g), both significantly higher than 80% of shading (68.6 g). Plants cultivated in full sunlight showed leaves with adaxial epidermic tissue, palisade, and spongy parenchyma and limb significantly thicker than other treatments; however plants grew at 80% shading showed leaves with abaxial epidermic tissue significantly thicker. Shadowing did not significantly interfere with the essential oil content, which ranged from 2.1 to 2.2%.; Nevertheless, the essential oil yield was significantly higher in plants grown in full sunlight (0.73 g plant⁻¹) and 40% shading (0.88), than on those grew at 80% shading (0.26). There was significant increase of chlorophyll *a* and *b* concentration in function of the decrease in light intensity (20.7 mg total chlorophyll per g fresh matter at full sunlight; and 23.7 and 32.0 with 40% and 80% shading respectively), as well as significant reduction in ratio *a/b* (3.13 at full sunlight and 2.94 and 2.69 at 40% and 80% shading respectively).

Keywords: *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook.) Tronc., Verbenaceae, medicinal plant, light, morphological traits, histological traits.

(Recebido para publicação em 20 de maio de 2006; aceito em 25 de maio de 2007)

O gênero *Aloysia* contém 30 espécies, distribuídas nas Américas dos Estados Unidos até a Patagônia. *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. (Verbenaceae), planta silvestre muito aromática conhecida como, alfazema-do-Brasil e mimo-do-Brasil, entre outros, é um arbusto que pode alcançar três

metros de altura, tendo crescimento desordenado. Suas folhas são simples, contrárias, algumas vezes alternadas, inteiras e dentadas, lanceoladas, macias e subcoriáceas. Os brotos são fortes e herbáceos. Apresenta propriedades estomacais, diaforéticas, digestivas, tônicas, antigripais, calmante e

antimicrobiana. Além de ser uma planta medicinal, a alfazema-do-Brasil é melífera e ornamental, devido à intensidade da floração e ao aroma agradável das flores (Ricciardi *et al.*, 2000).

Estudos com espécies de uso medicinal têm evidenciado plasticidades fisiológicas e anatômicas em função das

condições ambientais de cultivo (Clark & Menary, 1980; Letchano & Gosselin, 1996). Dentre os fatores climáticos, o fotoperíodo, a temperatura, o estresse hídrico e a intensidade de radiação solar podem determinar nas espécies a época ideal de colheita ou o local de cultivo onde poderá se obter uma maior quantidade do princípio ativo desejado. A obtenção de informações que permitam conhecer os efeitos dos tratamentos utilizados nos cultivos das plantas medicinais sobre a estrutura interna dessas plantas é também de fundamental importância, pois existe íntima relação entre os tipos e a organização dos tecidos vegetais e a produção dos diferentes metabólitos (Taiz & Zeiger, 2004).

A anatomia das folhas, em particular, pode ser muito afetada pelas condições do meio, pois é o órgão vegetal de maior plasticidade, com grande capacidade de adaptação de suas estruturas internas, o que lhe confere amplo potencial de aclimação (Björkman, 1981). A estrutura foliar pode ser um forte indicador da disponibilidade de luz durante as fases de crescimento das plantas. O aumento dos níveis de luz proporciona aumentos na espessura foliar, massa foliar, epiderme, parênquima e número total de células das folhas (Abrams & Mostoller, 1995; Castro *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2000). Já folhas crescidas em baixa radiação apresentam mais clorofila por unidade de peso ou volume foliar, porém, o conteúdo de clorofila por unidade de superfície foliar é menor do que aquele das folhas crescidas em radiações maiores e a proporção de clorofila *a/b* diminui à medida que diminui a radiação (Boardman, 1997).

O crescimento, a matéria seca e a adaptação da planta ao ambiente relacionam-se à sua eficiência fotossintética e esta depende, dentre outros fatores, dos teores de clorofila. A síntese e a degradação das clorofilas estão sob o efeito direto da intensidade de luz, ocorrendo decomposição maior sob elevada radiação e maior equilíbrio, em baixa taxa luminosa (Engel & Poggiani, 1991). A luz, dependendo da espécie, também pode ter efeito nos níveis e composição do óleo essencial. Li *et al.* (1996), trabalhando com tomilho (*Thymus vulgaris*), observaram que o teor de óleo

essencial foi mais alto em plantas cultivadas a 100% de irradiância. Kamada (1998) não encontrou influência da luz em elixir-paregórico (*Ocimum selloi* Benth.).

O objetivo desse trabalho foi avaliar modificações anatômicas, fisiológicas e nos teores de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil, submetidas a três diferentes níveis de sombreamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UFLA (21°14' S, 45°00' W, 918 metros de altitude), de abril a dezembro de 2004. O clima da região, segundo Koppen, é do tipo CWa, com características CWb, com duas estações definidas: quente e chuvosa, de outubro a março e, amena e seca, de abril a setembro.

As mudas de alfazema-do-Brasil foram obtidas a partir do enraizamento de estacas de uma planta matriz pertencente ao banco de germoplasma da UFLA. Estacas de 10 cm de comprimento foram retiradas de ramos sadios e cultivadas em bandejas de poliestireno expandido com dimensões de 676 x 340 x 60 mm, com 122 células. As bandejas foram preenchidas com Plantimax® e colocadas em casa-de-vegetação, com umidade relativa acima de 75% e temperatura entre 26°C a 30°C. Após o enraizamento e com o terceiro par de folhas estabelecida, as mudas foram transferidas para vasos de 5 L, utilizando-se como substrato solo-esterco de curral decomposto-areia (3:1:1). O solo utilizado foi retirado abaixo da camada de 30 cm de um Latossolo Vermelho-Escuro. No início, as mudas foram irrigadas diariamente e, depois de estabelecidas, conforme a necessidade. Coletaram-se plantas, visando a identificação no Horto de Plantas Medicinais da UFLA. Os exemplares estão depositados no herbário, com o número de registro 19.810.

As plantas foram submetidas a três níveis de sombreamento (pleno sol, 40% e 80%), protegidas com malha termoreflatora (Aluminet®), que controla a passagem da luz fotossinteticamente ativa. Para a análise de crescimento, o de-

lineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos representados pelos três níveis de luz, com cinco repetições e três plantas. As análises do teor de clorofila e da anatomia foliar foram realizadas em DIC com três repetições e três plantas por repetição. A análise do óleo essencial foi feita em DIC, com três repetições e cinco plantas por repetição em cada nível.

Na avaliação do crescimento, foram estudadas as características: massa seca das folhas (MSF), massa seca dos ramos (MSRA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e a relação MSR/MSPA. As características foram avaliadas nove meses após o plantio, no final do experimento. Foram separados as folhas, os caules e as raízes, sendo estas lavadas para retirada da terra e secas à sombra. Todo o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufas com circulação forçada de ar. As folhas foram colocadas a 35°C e, os ramos e raízes, a 60°C, até atingirem peso constante. Após a secagem, o material foi pesado e a massa seca foi calculada.

A avaliação do teor de clorofila foi realizada após oito meses de cultivo. Foram retiradas ao acaso cinco folhas completamente expandidas, do terceiro internó da parte superior da planta, que foram imediatamente acondicionadas em papel alumínio e mantidas sob refrigeração em caixa de isopor. A quantificação das clorofilas *a*, *b* e total foi realizada segundo o método proposto por Arnon (1949). Inicialmente, as folhas foram cortadas em pequenos pedaços de 1 cm e, em seguida, foram determinadas as massas frescas para cada avaliação e a absorvância das amostras, com base nas leituras espectrofotométricas a 663 e 645 nm, respectivamente para clorofila *a* e *b*. Em seguida, procederam-se a quantificação e os cálculos de mg de clorofila por grama de massa fresca do tecido foliar, a partir das equações: clorofila *a* = $(12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \times (V/1000w)$; clorofila *b* = $(22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \times (V/1000w)$; clorofila total = $(20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}) \times (V/1000w)$. Sendo, A = absorvância dos extratos no comprimen-

Tabela 1. Massa seca das folhas (MSF), ramos (MSRA), parte aérea (MSPA), raízes (MSR), total (MST) e relação MSR/MSPA de alfazema-do-Brasil, submetida a três níveis de sombreamento. (Leaf (MSF), shoot (MSRA), aerial part (MSPA), root (MSR), and total dry matter (MST) and ratio of MSR/MSPA of Brazilian-lavender, under three shading levels). Lavras, UFLA, 2005.

Níveis de sombreamento	MSF	MSRA	MSR	MSPA	MST	MSR/MSPA
	(g)					
Pleno sol	33,0a	83,2a	32,8b	116,2a	148,0a	0,28a
40%	42,2a	115,0a	43,8a	157,2a	201,0a	0,28a
80%	12,0b	40,6b	15,8c	52,8b	68,6b	0,30a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey, $p < 0,05$ (Means followed by the same letter in the column do not differ from each other, Tukey's test, $p < 0,05$).

Tabela 2. Espessura (μm) dos tecidos epidérmicos, parênquimas paliçádico e esponjoso e do limbo de alfazema-do-Brasil, submetida a três níveis de sombreamento. (Thickness (μm) of the epidermic tissue, palisade and spongy parenchyma, and of the limb of Brazilian-lavender, under three shading levels). Lavras, UFLA, 2005.

Níveis de sombreamento	Epiderme		Parênquima		Espessura
	Adaxial	Abaxial	Paliçádico	Esponjoso	Limbo
Pleno sol	40,3a	9,5b	154,4a	59,1a	263,4a
40%	34,8b	8,1c	102,9b	50,7b	196,5b
80%	31,1c	11,2a	75,7c	44,9c	162,8c

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey, $p < 0,05$ (Means followed by the same letter in the column do not differ from each other, Tukey's test, $p < 0,05$).

to de onda indicado; V = volume final do extrato clorofila – acetona; W = massa fresca em gramas do material vegetal utilizado.

Foram extraídas seções de 0,5 cm², na região mediana foliar e efetuados estudos anatômicos, com base no exame microscópico de cortes transversais e paradérmicos obtidos à mão livre. As seções foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio e, em seguida, lavadas em água destilada, neutralizadas em água acética 1:500 e montadas em glicerina a 50%. O corante utilizado foi a mistura azul de astra-safranina (Bukastsh, 1972). As determinações de espessura foram realizadas utilizando-se uma ocular micrométrica acoplada a um microscópio de luz. Foram analisadas as espessuras das epidermes, dos parênquimas paliçádico, do esponjoso e a espessura total do limbo foliar.

Para a extração do óleo essencial, 40 g de folhas secas em estufa com circulação de ar, fragmentadas em tamanho médio de 0,5 cm foram hidrodestiladas por duas horas, em aparelho Clevenger

modificado. Para a purificação do óleo essencial, o hidrolato foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, realizando-se três lavagens com 20 mL de diclorometano em cada. As frações orgânicas foram reunidas e secas com 3 g de sulfato de magnésio anidro, deixando-o agir por 30 minutos. Em seguida, o sal foi removido por filtração simples e o solvente evaporado à temperatura ambiente, sob capela de exaustão de gases. Posteriormente, foi determinada sua massa residual. As variáveis analisadas foram teor de óleo essencial em porcentagem e rendimento de óleo em g planta⁻¹, calculado através da massa seca das folhas.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando-se o software SISVAR, versão 4.3 (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do sombreamento sobre todas as características relacionadas ao crescimento, com exceção da relação entre as massas

secas da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) (Tabela 1). Para as massas secas das folhas (MSF), dos ramos (MSRA), da parte aérea (MSPA) e total (MST) não houve efeito significativo de 40% de sombreamento em relação às plantas desenvolvidas a plena luz. Quando as plantas foram cultivadas a pleno sol e com 40% de sombreamento, a biomassa seca da parte aérea foi respectivamente 2,20 e 2,98 vezes superior à das plantas cultivadas com 80% de sombreamento. Já para matéria seca da raiz (MSR), houve efeito significativo dos três tratamentos, com os valores significativamente maiores sendo observados em plantas crescidas a 40% de sombreamento (Tabela 1).

Respostas sobre crescimento das plantas demonstram que as espécies respondem de maneira distinta ao sombreamento. Resultados encontrados em vários trabalhos mostram maior produção de massa seca a pleno sol, como em elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) (Gonçalves, 2001) e em feijão (Lopes *et al.*, 1986). Por outro lado, são encontradas espécies em que o sombreamento parcial foi melhor, como pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) (Atroch, 2001), calaboura (*Muntingia calabura* L.) (Castro *et al.*, 1996) e guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) (Castro *et al.*, 2005). Lima Júnior *et al.* (2005) observaram que ocorreu maior acúmulo de biomassa seca em plantas de camboatã (*Cupania vernalis* Camb) cultivadas sob 50% de sombreamento em relação às cultivadas a pleno sol. O aumento da biomassa seca ocorre pela variação das divisões celulares e no padrão de expansão celular. Romero *et al.* (2002) relatam que o gênero *Aloysia* possui plantas com característica de sub-bosque, ocorrendo em ambientes com sombreamento parcial; portanto, são plantas que necessitam de certa porcentagem de sombra, corroborando os resultados encontrados neste trabalho.

Os resultados encontrados mostram que plantas de alfazema-do-Brasil têm a produção de biomassa influenciada pela irradiância. A 80% de sombreamento, observou-se os menores rendimentos de biomassa seca em todos os parâmetros. Lopes *et al.* (1986) afirmam que a redução da intensidade lu-

minosa pode, muitas vezes, ficar aquém do ponto de saturação luminosa, reduzindo o processo fotossintético e, com isso, a produção de biomassa seca. Entretanto, segundo Castro *et al.* (2005), o inverso também pode ocorrer, ou seja, a redução da biomassa seca a pleno sol. Provavelmente, isso se deva à fotoinibição e à capacidade fotossintética que pode ser severamente reduzida, quando as plantas são expostas a altos níveis de radiação, superiores aos requeridos para saturar a fotossíntese.

As folhas de alfazema-do-Brasil apresentaram organização dorsiventral e a epiderme plurisseriada. Houve efeito significativo do sombreamento sobre todas as características analisadas (Tabela 2). Nas folhas cultivadas a pleno sol, observou-se maior espessura da epiderme na face adaxial em relação aos tratamentos 40% e 80% de sombreamento. De acordo com Lee *et al.* (2000), plantas mantidas sob maior irradiância apresentam a epiderme de uma ou de ambas as superfícies mais espessas. A plasticidade foliar é influenciada, alterando a espessura, a área e outras características do órgão vegetal, devido à maior ou menor produção de metabólitos primários e secundários. Esse incremento pode fazer parte da característica adaptativa da planta, refletindo a irradiância excessiva e evitando a perda de água e volatilizações (Whatley & Whatley, 1982; Letchano & Gosselin, 1996). A face abaxial da epiderme das folhas cultivadas a 80% de sombreamento foi significativamente mais espessa que nos outros dois níveis de luz (Tabela 2). O aumento da radiação luminosa incrementa a taxa fotossintética, aumentando a produção de carboidrato e o teor de massa seca, enquanto a deficiência de radiação proporciona alongamento celular e estiolamento, sem alterar a massa seca.

Não houve efeito significativo do sombreamento sobre o teor do óleo essencial de alfazema-do-Brasil (Tabela 3). As plantas crescidas com 80% de sombreamento, mesmo com menor espessura do limbo e menor massa seca das folhas, apresentaram um teor de óleo essencial semelhante aos outros tratamentos, mostrando uma proteção das

Tabela 3. Teor de óleo essencial (%) e rendimento de óleo (g planta⁻¹), em folhas secas de alfazema-do-Brasil, submetidas a três níveis de sombreamento. (Essential oil content (%) and oil yield (g planta⁻¹) in dry leaves of Brazilian-lavender, under three shading levels). Lavras, UFLA, 2005.

Níveis de sombreamento	Teor de óleo (%)	Rendimento (g planta ⁻¹)
Pleno sol	2,22a	0,73a
40%	2,10a	0,88a
80%	2,17a	0,26b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey, $p < 0,05$ (Means followed by the same letter in the column do not differ from each other, Tukey's test, $p < 0,05$).

Tabela 4. Teor de clorofila *a*, *b* e total (mg g⁻¹ de massa fresca) e razão clorofila *a/b* em plantas de alfazema-do-Brasil, submetidas em três níveis de sombreamento (*a*-, *b*-, and total chlorophyll content (mg g⁻¹ of fresh matter) and ratio chlorophyll *a/b* in Brazilian-lavender, under three shading levels). Lavras, UFLA, 2005.

Níveis de sombreamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Razão <i>a/b</i>	Clorofila total
Pleno sol	15,7b	5,0b	3,1a	20,7b
40%	17,7b	6,0b	2,9a	23,7b
80%	23,3a	8,7a	2,7b	32,0a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey, $p < 0,01$ (Means followed by the same letter in the column do not differ from each other, Tukey's test, $p < 0,01$).

estruturas produtoras do óleo, talvez relacionada à maior espessura da epiderme abaxial e ao alto teor de tricomas nessa epiderme. Com relação ao rendimento de óleo essencial (Tabela 3), observou-se um incremento significativo de 2,81 e 3,31 vezes no rendimento de plantas crescidas a pleno sol e a 40% de sombreamento, respectivamente, em relação a plantas mantidas a 80% de sombreamento.

Resultados diferentes são encontrados na literatura em relação à intensidade de luz sobre o teor de óleo essencial. Com erva-cidreira (*Lippia alba*), plantas submetidas a um nível maior de irradiância (pleno sol) tiveram elevação no teor de óleo essencial (Ventrela & Ming, 2000). O nível de radiação (pleno sol) também aumentou o rendimento de óleo essencial em carqueja (*Baccharis trimera*) (Silva *et al.* 2006). Li *et al.* (1996), pesquisando sálvia (*Salvia officinalis*), encontraram um teor de óleo essencial menor em plantas cultivadas a 100% de irradiância, em relação às cultivadas a 45%. Gonçalves (2001), trabalhando com a espécie elixir-paregórico (*Ocimum selloi*), observou que o teor de óleo não diferiu com a alteração da intensidade de luz.

Com relação à clorofila *a* e *b*, houve aumento da concentração em função da diminuição da intensidade de radiação e redução na razão *a/b* (Tabela 4). Em relatos encontrados na literatura, observou-se que existe a tendência de redução na razão clorofila *a:b* à medida que se reduz a intensidade de luz (Boardman, 1977; Kozłowski *et al.*, 1991; Scalón *et al.*, 2003). Isto se deve à maior proporção de clorofila *b* em ambientes sombreados, o que está associado ao fato da sua degradação ser mais lenta do que a da clorofila *a* (Engel & Poggiani, 1991). Ao contrário, plantas de *Cryptocaria aschersoniana*, apresentaram aumento na razão clorofila *a:b* quando cultivadas a 70% de sombreamento (Almeida *et al.*, 2004).

A diminuição na proporção da clorofila *a/b* com o aumento do sombreamento devido ao incremento da clorofila *b* é semelhante ao que foi obtido em pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) (Atroch *et al.*, 2001), *Hopea sp.* (Lee *et al.*, 2000) e guaco (*Mikania glomerata*) (Castro *et al.*, 2005). Whatley & Whatley (1982) relatam que esse aumento da proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita

maior captação de energia em outros comprimentos de onda e a transferência para uma molécula específica de clorofila *a*, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese. Essa é uma característica adaptativa da planta, que a torna mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade de luz. As plantas sombreadas recebem radiação mais difusa e rica em vermelho extremo (VE), o que aumentaria relativamente à clorofila *b* em relação à clorofila *a*.

Pôde-se observar também que ocorreu redução de 35,41% da clorofila total nas plantas desenvolvidas a pleno sol em relação àquelas crescidas com 80% de sombreamento (Tabela 4). Resultado semelhante foi obtido por Atroch et al. (2001), trabalhando com pata-de-vaca. Este autor observou uma redução significativa de 28% na clorofila total em plantas sob 100% de irradiação em comparação a plantas com maior sombreamento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelas bolsas concedidas e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS MD; MOSTOLLER SA. 1995. Gas exchange, leaf structure, and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and under story sites during a drought. *Tree Physiology* 15: 361-370.
- ALMEIDA LP; ALVARENGA AA; CASTRO EM; ZANELA SM; VIEIRA CV. 2004. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural* 34:83-88.
- ARNON DI. 1949. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24:1-15.
- ATROCH EAC; SOARES AM; ALVARENGA AA de; CASTRO EM de. 2001. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* LINK. Submetidas as diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia* 25:853-862.
- BJORKMAN O. 1981. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE O; NOBEL PS; OSMONA CB; ZIEGLER H. (eds.). *Physiological plant ecology. I. Responses to the physical environment*. New York: Springer-Verlang, p. 57-60. (Encyclopedia of Plant Physiology).
- BOARDMAN NK. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology* 28: 355-377.
- BUKASTSH F. 1972. Benerkungren zur doppelfarbung astrablausafrina. *Microkosmos* 61:255-260.
- CASTRO EM de; ALVARENGA AA; GOMIDE MB. 1996. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas calaboura (*Muntingia calabura* L.) submetida a três níveis de irradiação. *Ciência e Agrotecnologia* 20:357-365.
- CASTRO EM de; GAVILANES ML; ALVARENGA AA de; CASTRO DM de; GAVILANES TOT. 1998. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. *Daphne* 8:31-35.
- CASTRO EM; PINTO JEBP; MELO HC de; SOARES AM; ALVARENGA AA; LIMA JÚNIOR, EC. 2005. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) submetidas a diferentes fotoperíodos. *Horticultura Brasileira* 23:846-850.
- CLARK RJ; MENARY RC. 1980. Environmental effects on Peppermint (*Mentha piperia* L.) I. Effects of daylength, photon flux density, night temperatura and day temperatura on the yield and composition of peppermint oil. *Australian Journal of Plant Physiology* 7:685-692.
- ENGELVL; POGGIANI F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e no espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 3:39-45.
- FERREIRA DF. 2000. Sistema de análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria* 45:255-258.
- GONÇALVES LA. 2001. *Ontogenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de Ocimum selloi Benth (Lamiaceae)*. Lavras: UFLA. 95p (Tese mestrado).
- KAMADA T. 1998. *Plasticidade fenotípica da morfologia e do óleo essencial em acessos de manjeriço (Ocimum spp)*. Viçosa: UFV. 59p (Tese Mestrado).
- KOZLOWSKI T; KRAMER PJ; PALLARDY SG. 1991. *The physiological ecology of woody plants*. London: Academic Press. 657p.
- LEE DW; OBERBAUER SF; JOHNSON P; KHIRNAPILAY B; MANSOR M; MOHAMAD H; YAP SK. 2000. Effects of irradiance and espectrus quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast aian *Hopea* (Diptenocarpeceae) species. *American Journal of Botany* 87: 447-455.
- LETCHANO W; GOSSELIN A. 1996. Transpiration essential oil gland, epicuticular wax, and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. *Journal Horticultural science* 71: 123-134.
- LIMA JÚNIOR EC; ALVARENGA AA; CASTRO EM; VIEIRA CV; OLIVEIRA HM. 2005. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural* 35: 1092-1097.
- LI YL; CRAKCEER LE, POTERR T. 1996. Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). *Acta Horticulturae* 426: 419-427.
- LOPES NF; OLIVIA MO; CARDOSO MI; GOMES MMS; SOUZA VF. 1986. Crescimento e conversão de energia solar em *Phaseolus vulgaris* submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. *Revista Ceres* 33: 142-114.
- RICCIARDI GAL; TORRES A; NASSIFF AA; RICCIARDI AIA; VAN BAREN C; BANDONI AL. 2000. Examen del aceite esencial de "niño rupá" (*Aloysia gratissima*) Tronc. del Nordeste *Comunicaciones Cientificas y Tecnológicas* 8: 93-97.
- ROMERO MEM de; MARTINEZ S; ATKINS S; ROTMAN AD. 2002. Morfologia de lãs inflorescência em verbenaceae, verbenoideae. *Darwiniana* 40: 1-15
- SCALON SPQ; MUSSURY RM; RIGONI MR; FILHO HS. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) Robyns sob condição de sombreamento. *Revista Árvore* 27: 753-758.
- SILVA FG; PINTO JEBP; CARDOSO MG; NASCIMENTO EA; NELSON DL; SALES JF; MOL, DJS. 2006. Influence of radiation level on plant growth, yield, and quality of essential oil in carqueja. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 52-57.
- TAIZ L; ZEIGER E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 719p.
- VENTRELLA MC; MING LC. 2000. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva-cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. *Horticultura Brasileira* 18: 972-974.
- WHATLEY FH; WHATLEY FR. 1982. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo: EPU-EDUSP. 101p.