



ARTIGO

Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas

Girlene Santos de Souza^{1*}, Evaristo Mauro de Castro²,
Ângela Maria Soares² e José Eduardo Brasil Pereira Pinto³

Recebido: 03 de dezembro de 2009

Recebido após revisão: 08 de outubro de 2010

Aceito: 22 de outubro de 2010

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1453>

RESUMO: (Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas). *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* são comumente chamadas de guaco e estão entre as espécies mais usadas popularmente, principalmente para o tratamento de febre, reumatismo, gripe e doenças do trato respiratório. Por isso, o entendimento do comportamento fisiológico dessa espécie e as suas respostas às condições do ambiente tornam-se necessários ao aperfeiçoamento dos métodos de cultivo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do controle do espectro de luz, utilizando malhas coloridas, sobre as características biométricas e fisiológicas em *M. glomerata* e *M. laevigata*, durante o desenvolvimento inicial. As plantas foram obtidas a partir de estacas e mantidas sob os tratamentos por 120 dias, utilizando malhas de 50% de sombreamento nas cores vermelha, cinza e azul e a pleno sol (0%), determinando-se posteriormente a massa seca total e particionada (folha, caule e raízes), área foliar, razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica e conteúdo de pigmentos fotossintéticos (clorofilas e carotenóides). Os resultados revelaram que a malha azul proporcionou aumento no acúmulo de massa seca total e particionada da parte aérea e as plantas apresentaram maior crescimento em altura. Além disso, houve aumento nos teores de clorofilas *a*, *b* e total, para ambas as espécies em relação às outras malhas e ao tratamento a pleno sol. As plantas sob malhas vermelha e azul apresentaram maior alocação de matéria seca para as raízes. Não foram observadas, entretanto, alterações na razão de peso foliar e relação clorofila *a/b*. Porém, observou-se que o sombreamento alterou significativamente a distribuição de massa seca particionada e que o uso de diferentes malhas modifica o conteúdo de pigmentos fotossintéticos nas espécies de guaco em estudo.

Palavras-chave: Guaco, plantas medicinais, sombreamento, intensidade de luz, qualidade de luz

ABSTRACT: (Biometric and physiological aspects of young plants of *Mikania glomerata* Sprengel and *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker under colored nets). *Mikania glomerata* and *Mikania laevigata* are commonly called "guaco" and are among the species used to treat fever, rheumatism, flu and respiratory diseases. The understanding of the physiological behavior of these species and their responses to environmental conditions is necessary to improve methods of cultivation. The aim of this study was to assess the effect of the controlling of the light spectrum, using colored nets, on the biometric and physiological characteristics of *M. glomerata* and *M. laevigata* during early development. Plants were obtained from cuttings and kept under the treatments for 120 days, using colored nets with 50% shading in red, gray and blue and full sunlight (0%). Total and partitioned (leaf, stem and roots) dry weight, leaf area, leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area and photosynthetic pigment contents (chlorophylls and carotenoids) were determined. The results revealed that the blue net allowed the increase in total dry and partitioned matter accumulation in the shoots and increased the height of the plants. The levels of chlorophyll *a*, *b* and total, were also increased under the blue net. On the other hand, the plants under red net showed higher allocation of dry matter to roots. No changes in the leaf weight and in chlorophyll *a/b* ratio were observed. Shading significantly altered the plant dry weight distribution, while the use of different nets modified the content of photosynthetic pigments in the plant species under study.

Key words: Guaco, medicinal plants, shading, light intensity, light quality.

INTRODUÇÃO

Mikania glomerata Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker, pertencentes à família Asteraceae e conhecidas vulgarmente como "guaco", são espécies medicinais encontradas nas regiões subtropicais da América do Sul, da África e da Ásia (Lorenzi & Matos 2003). O guaco é uma das plantas medicinais de maior consumo, utilizada principalmente no tratamento de afecções respiratórias, dilatando os brônquios. A cumarina é uma das substâncias associadas ao efeito broncodilatador (Pereira *et al.* 2000). Destacam-se, ainda, estudos sobre outros

efeitos farmacológicos desta planta, como, por exemplo, sua atividade analgésica, antibacteriana, antiinflamatória, fungicida e anticancerígena (Paul *et al.* 2000).

Tendo em vista sua importância medicinal, investigações a respeito do comportamento fisiológico dessa espécie e suas respostas às condições do ambiente tornam-se necessárias ao aperfeiçoamento dos métodos de cultivo. Dentre os fatores ambientais, a luz é um recurso fundamental para o desenvolvimento vegetal, pois muitas respostas morfofisiológicas não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas

1. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

2. Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA). CP 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

3. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA). CP 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: girlene@ufrb.edu.br

também da variação de sua qualidade espectral (Morini & Muleo 2003). Tais conhecimentos constituem ferramenta indispensável para a determinação das condições ideais de cultivo, a fim de alcançar maiores índices de produção de massa seca e princípios ativos de interesse farmacológico.

A radiação é um fator ambiental fundamental para as plantas devido à sua ação direta ou indireta na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal. As adaptações sofridas pelas plantas em seu aparato fotossintético em resposta às condições de luminosidade refletem em seu crescimento global (Franklin & Whitlam 2005).

A manipulação espectral da radiação natural tem sido utilizada em casas de vegetação por meio de filtros foto-seletivos líquidos contendo sulfato de cobre (Rajapakse *et al.* 1999), ou por meio de coberturas coloridas, as quais modificam especificamente a luz nas regiões espectrais do ultravioleta, do visível ou do vermelho-distante, aumentando a quantidade de luz difusa em seu interior (Oren-Shamir *et al.* 2001). Desta forma, pode-se estabelecer diferentes condições de cultivo pela manipulação da intensidade e qualidade espectral através da utilização de telas coloridas, as quais, exercem pequena interferência no microclima, mas modificam a intensidade e a composição da luz transmitida para as plantas, melhorando o rendimento dos cultivos.

A importância de estudos sobre o comportamento fisiológico da flora medicinal brasileira consiste em gerar conhecimentos que possibilitem determinar condições ideais de cultivo a fim de alcançar maiores índices de produção de matéria seca e princípios ativos de interesse econômico e farmacológico.

Tendo em vista a importância da radiação sob os diversos aspectos ecofisiológicos nas espécies vegetais, no presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da intensidade e qualidade espectral da luz com uso de malhas coloridas sobre as características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, região Sul do estado de Minas Gerais, a 918 m de altitude, latitude 21°14'S e longitude 45°00'W GRW. Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, mas apresenta características de Cwb com duas estações bem definidas: uma fria e seca, de abril a setembro, e outra quente e úmida, de outubro a março (Brasil 1992).

As mudas utilizadas foram produzidas a partir de propagação por estacas de 15 cm contendo dois pares de folhas, retiradas do terço médio dos ramos, provenientes de plantas adultas localizadas no Horto de Plantas Medicinais/UFLA, Lavras, MG. As mudas foram colocadas em bandeja de isopor contendo o substrato comercial Plantmax®. A propagação das mesmas ocorreu em vi-

veiros com 50% de sombreamento, umidade relativa de 75% e temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 50 dias.

Após este período, as estacas foram transplantadas para tubos de PVC com capacidade de 3 L, contendo substrato constituído por uma mistura de vermiculita, esterco bovino decomposto e terra de subsolo, na proporção 2:3:5. As mudas foram mantidas por 120 dias sob os tratamentos com malhas coloridas *ChromatiNET* de sombreamento 50%, nas cores vermelha, cinza e azul, fornecidas pela empresa *Polysack Plastic Industries*®. O tratamento a pleno sol (0% de sombreamento) foi utilizado como testemunha. Em cada tratamento foram empregadas 50 mudas, sendo uma planta por vaso, totalizando 200 plantas por espécie, com espaçamento de aproximadamente 40 cm entre os vasos.

A intensidade da radiação foi mensurada por meio de um quantômetrofotômetro-radiômetro LI-COR, modelo LI-185, equipado com um sensor quântico, sendo a radiação solar expressa em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. No tratamento a pleno sol, foi observada intensidade de $1.500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, correspondendo a 100% da radiação incidente; sob malha cinza, foi detectada a intensidade de $660 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (44%), enquanto que sob malha vermelha e sob malha azul, foram detectados $690 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (46%) e $550 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (36%), respectivamente.

Após quatro meses, no final do experimento, foram avaliadas as seguintes características biométricas: altura do ramo principal, diâmetro do caule, área foliar, massa seca das folhas, caules e raízes, em cinco plantas de cada tratamento, tomadas ao acaso. A altura foi medida com régua a partir do colo ao ápice da planta (gema terminal) e o diâmetro do caule foi medido a 1 cm do solo, com o auxílio de paquímetro com precisão de 0,01 mm. A área foliar total (AFT) por planta foi medida utilizando-se um integrador de área foliar MODEL LI- 3100 Area Meter - LICOR.

As plantas foram separadas em folhas, caules e raízes e todo o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a $70 \pm 2^\circ\text{C}$, por 72 horas, até atingir massa constante. A razão área foliar (RAF), razão peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE) foram determinadas de acordo com Benicasa (1988).

A determinação dos teores de clorofila (Arnon 1949) e a extração e a quantificação dos carotenóides (Duke & Kenyon 1986) foram realizadas ao final do experimento.

O experimento foi conduzido seguindo delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F), utilizando-se o programa estatístico SAS Institute (1996). As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão de crescimento das plantas de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* variou em função do controle do espectro de luz durante o cultivo. Observou-se que plantas crescidas sob malha azul apresentaram maior

Tabela 1. Características biométricas de plantas jovens de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*, submetidas a diferentes condições de luminosidade.

Espécie	Parâmetros	Tratamentos			
		Malha Vermelha	Malha Cinza	Malha Azul	Pleno Sol
<i>Mikania glomerata</i>	Altura (cm)	200 b	198 b	275 a	70 c
	Diâmetro do Colo (mm)	0,90 a	0,90 a	0,85 a	0,80 a
	Massa seca da Folha (g)	23,97 b	23,17 b	29,55 a	17,77 c
	Massa Seca do Caule (g)	22,97 a	18,40 a	23,02 a	10,15 b
	Massa Seca da Raiz (g)	23,00 a	14,70 b	19,42 a	13,75 b
	Massa Seca Total (g)	69,95 a	56,27 a	72,00 a	41,67 b
	Raiz/Parte aérea	0,48 a	0,34 a	0,37 a	0,49 a
<i>Mikania laevigata</i>	Altura (cm)	60 c	100 b	170 a	50 c
	Diâmetro do Colo (cm)	0,80 a	0,90 a	0,95 a	0,78 a
	Massa seca da Folha (g)	18,15 a	11,60 b	23,70 a	11,55 b
	Massa Seca do Caule (g)	12,40 a	7,82 b	15,25 a	6,62 b
	Massa Seca da Raiz (g)	13,75 a	5,30 b	12,07 a	5,37 b
	Massa Seca Total (g)	44,30 a	24,72 b	51,02 a	23,55 b
	Raiz/Parte aérea	0,34 a	0,28 a	0,33 a	0,39 a

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

crescimento em altura quando comparadas aos demais tratamentos (Tab. 1). Com esses resultados, verifica-se uma relação entre o crescimento em altura e o acúmulo de massa seca. Tanto as plantas de *M. glomerata* como de *M. laevigata*, cultivadas sob sombreamento com malhas coloridas, investiram maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea do que àquelas cultivadas em pleno sol, provavelmente associado a um maior alongamento celular das plantas crescendo sob sombreamento.

Em relação ao diâmetro do colo, não houve diferença significativa tanto para *M. glomerata* quanto *M. laevigata* (Tab. 1). Respostas semelhantes foram observadas em várias espécies cuja característica de crescimento foi promovida pela condição de sombreamento (Atroch et al. 2001, Campos & Uchida 2002, Alvarenga et al. 2003). Entretanto, em *Cabralea canjerana*, por exemplo, os maiores valores em altura foram encontrados em condições extremas de luz, ou seja, pleno sol. Por outro lado, Felfili et al. (1999), trabalhando com velame (*Sclerolobium paniculatum*), observaram que as maiores médias de diâmetro do colo ocorreram também nos tratamentos a pleno sol, ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho.

Resultados encontrados por Oren-Shamir et al. (2001) revelaram maior percentual de ramos de maior comprimento presentes nas plantas sob malha vermelha, em relação ao sombreamento com malha azul ou preta. Outros pesquisadores também observaram menor tamanho de parte aérea das plantas cultivadas em casa de vegetação coberta com filmes de polietileno pintado com tinta que reduz a sua transmissividade à luz vermelho-distante (Li et al. 2000). Entretanto, o uso de malhas coloridas interferiu no crescimento e no comportamento fenológico da *Phalaenopsis* sp., tendo ocorrido maior produção de massa seca nas plantas cultivadas sob a malha azul, com sombreamento 50% (Leite, 2002).

As malhas empregadas influenciaram tanto o acúmulo de massa seca total quanto particionada, entre as folhas,

caule e raízes. As plantas de *M. glomerata* cultivadas sob malhas coloridas acumularam maior quantidade de massa seca total em relação ao tratamento de plano sol, enquanto que esta resposta em *M. laevigata* foi observada sob as malhas azul e vermelha (Tab. 1). Os resultados mostram que a produção de biomassa em plantas de *M. glomerata* quanto de *M. laevigata* foi influenciada pela qualidade espectral da radiação transmitida pelas respectivas malhas.

Apesar não haver diferença significativa na razão raiz/ parte aérea das plantas de guaco cultivadas sob os diferentes tratamentos, os resultados apontam maior acúmulo de massa seca de raiz nas plantas cultivadas sob as malhas azul e vermelha (Tab. 1). Este resultado não foi observado para o caule. Variações ambientais podem causar alterações na razão raiz/parte aérea pela interferência no remanejamento e na distribuição de fotoassimilados dentro da planta. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al. (2008), que verificaram que as plantas de *Ocimum gratissimum* a pleno sol obtiveram maiores ganhos de massa seca da raiz e massa seca total que as plantas crescidas sob malha preta. Segundo 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, obtêm maiores ganhos fotossintéticos.

Com esses resultados de biomassa para as duas espécies de guaco, fica evidenciado que a produção de massa seca total é reduzida pela quantidade de radiação solar, provavelmente, em consequência de uma redução no processo fotossintético e, pela qualidade de luz, visto que foi verificada diferença entre as plantas cultivadas em condições de pleno sol e as cultivadas sob as malhas vermelha e azul.

Os valores de área foliar total (AFT) das plantas de *M. glomerata* cultivadas sob as malhas cinza e azul foram superiores aos das plantas crescidas sob a malha vermelha e a pleno sol, enquanto que para *M. laevigata* os

Tabela 2. Valores de área foliar total (AFT), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de peso foliar (RPF) de plantas jovens de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* submetidas a diferentes condições de luminosidade.

Espécie	Parâmetros	Tratamentos			
		Malha Vermelha	Malha Cinza	Malha Azul	Pleno Sol
<i>Mikania glomerata</i>	Área Foliar Total (dm ²)	35,18 b	41,56 a	45,57 a	13,50 c
	Área Foliar Específica (dm ² /g)	1,46 a	1,78 a	1,53 a	0,82 b
	Razão de Área Foliar (dm ² /g)	0,50 b	0,73 a	0,63 a	0,32 c
	Razão de Peso Foliar (g/g)	0,34 a	0,41 a	0,41 a	0,42 a
<i>Mikania laevigata</i>	Área Foliar Total (dm ²)	30,32 b	27,71 b	37,26 a	15,13 c
	Área Foliar Específica (dm ² /g)	1,71 a	1,92 a	1,61 a	1,28 b
	Razão de Área Foliar (dm ² /g)	0,65 b	0,93 a	0,76 b	0,62 b
	Razão de Peso Foliar (g/g)	0,40 a	0,47 a	0,46 a	0,49 a

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

maiores índices foram obtidos com a malha azul (Tab. 2). O tratamento sem malha resultou em menor área foliar, comparativamente aos demais tratamentos, para ambas as espécies. Tais plantas também apresentaram maior conteúdo de massa seca retida nas folhas dentre todos os tratamentos (Tab. 1). O mesmo resultado foi obtido em *Artemisia vulgaris*, onde maiores valores de AFT foram obtidos nas plantas cultivadas sob malha azul (Oliveira *et al.* 2009). As plantas cultivadas a pleno sol tiveram a área foliar significativamente reduzida e menor área foliar específica (AFE), em relação aos tratamentos de sombreamento com uso de malhas coloridas (Tab. 2). Este fato pode ser relacionado a uma menor matéria seca total dessas plantas nestas condições. Isso evidencia que o aumento na expansão das folhas de guaco cultivadas sob malha azul é claramente vantajoso ao crescimento das plantas, pois conduz a melhores intercepções de luz e, conseqüentemente, à maior taxa de crescimento. Desse modo, há favorecimento do potencial fotossintético total, com a produção de maior quantidade de fotoassimilados, facilitando o particionamento de massa seca para outros órgãos da planta (Globig *et al.* 1997).

Em geral, o aumento da área foliar com o sombreamento é uma das estratégias da planta incrementar a superfície fotossintética, assegurando um melhor aproveitamento das baixas intensidades luminosas e, conseqüentemente, compensando as baixas taxas fotossintéticas por unidade de área foliar, que é uma característica das folhas de sombra.

De acordo com Larcher (2004), as plantas que crescem

sob forte radiação desenvolvem folhas espessas e apresentam um metabolismo mais ativo; como conseqüência, essas plantas apresentam maior produção de matéria seca, com maior conteúdo energético.

Sob condições de sombreamento de 50%, sob as malhas cinza e azul, não houve diferença significativa da razão de área foliar (RAF) para a espécie *M. glomerata*. Por outro lado, nas plantas de *M. laevigata* somente a malha cinza diferiu significativamente dos demais tratamentos. No entanto, os valores de RAF das plantas sombreadas foram superiores aos das plantas crescidas a pleno sol. Os aumentos na RAF constituem uma adaptação da planta à baixa luminosidade, representando maior proporção de tecido fotossinteticamente ativo na forma de área foliar. A baixa RAF no tratamento em pleno sol pode ser considerada benéfica, uma vez que menos material vegetal é exposto a eventuais danos causados pela alta intensidade de luz.

Para a razão de peso foliar (RPF), observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, tanto para *M. glomerata* quanto para *M. laevigata* (Tab.2). Esses índices fisiológicos de crescimento são marcadamente influenciados por fatores do ambiente, em especial, a intensidade, a qualidade e a duração da radiação, o que reflete em alterações anatômicas e morfológicas de folhas (Benicasa 1988).

Os teores de clorofila *a* foram maiores em folhas submetidas à malha azul; nas malhas vermelha e cinza foram observados valores intermediários e, a pleno sol, ocorreu o menor valor, revelando significativa viabilidade nos

Tabela 3. Teores de clorofila *a*, *b* e total (mg/g de matéria fresca) e relação clorofila *a/b*, em mudas de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* submetidas a diferentes condições de qualidade de luz.

Espécie	Parâmetros	Tratamentos			
		Malha Vermelha	Malha Cinza	Malha Azul	Pleno Sol
<i>Mikania glomerata</i>	Clorofila <i>a</i>	1,68 b	1,98 b	2,69 a	1,33 c
	Clorofila <i>b</i>	0,90 b	1,00 b	1,51 a	0,76 b
	Clorofila Total	2,58 b	2,99 b	4,21 a	1,82 c
	Relação clorofila <i>a/b</i>	1,90 a	1,96 a	1,82 a	2,07 a
<i>Mikania laevigata</i>	Clorofila <i>a</i>	2,42 c	2,56 b	2,76 a	1,53 c
	Clorofila <i>b</i>	0,90 c	1,27 b	2,24 a	0,75 c
	Clorofila Total	3,32 c	3,84 b	5,02 a	2,29 d
	Relação clorofila <i>a/b</i>	2,34 a	2,01 a	1,25 b	2,10 a

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

tratamentos submetidos a diferentes condições luminosas. A concentração de clorofila *b* foi maior em plantas cultivadas sob sombreamento azul e menor em plantas cultivadas a pleno sol. O teor de clorofila total foi maior sob a malha azul, mostrando, porém, diferenças significativas entre os tratamentos de malhas vermelha e cinza e a pleno sol, quando as duas espécies são consideradas (Tab. 3). Estes resultados podem estar relacionados à menor relação Vermelho/Vermelho distante (V/VD) existente no ambiente proporcionado pela malha vermelha, o que está de acordo com os resultados encontrados por Kasperbauer & Peaslee (1973), que observaram menor conteúdo de clorofila por unidade de área em tabaco, por apresentarem uma baixa relação V/VD.

Em plantas a pleno sol, o teor de clorofilas *a*, *b* e total foi reduzido em relação às plantas dispostas sob sombreamentos. Alguns autores também relatam maiores teores de clorofilas em plantas sombreadas em relação às de pleno sol, evidenciando que a quantidade de radiação influencia fortemente os teores de pigmentos cloroplásticos (Atroch et al. 2001, Castro et al. 2005, Lima Júnior et al. 2006).

Apesar do menor teor de clorofila total encontrado nas plantas de *M. glomerata* cultivadas a pleno sol, estas tiveram, numericamente, maior relação clorofila *a/b* quando comparadas aos demais tratamentos (Tab. 3). Esta redução se deve ao fato da menor irradiância experimentada pelos tratamentos sob as malhas coloridas. Para as plantas de *M. laevigata*, esta relação foi maior em plantas submetidas à malha vermelha, que diferiu apenas da malha azul (Tab. 3). Estes resultados revelam que *M. laevigata* dispõe de diferentes estratégias no acúmulo e uso de pigmentos fotossintéticos em ambientes com variações na disponibilidade e na composição espectral da luz.

A razão entre a clorofila *a* e *b*, de maneira geral, diminui com a redução da intensidade luminosa (Boardman 1977), devido a uma maior proporção relativa de clorofila *b* em ambientes sombreados, que pode estar associada à sua degradação mais lenta em relação à clorofila *a*. Este aumento da clorofila *b* em diferentes ambientes está associado à sua degradação, que é mais lenta em relação à clorofila *a*.

Quando aos teores de carotenóides em *M. glomerata*, pode-se verificar que, não houve diferença entre as malhas cinza e azul, sendo superiores as plantas cultivadas em pleno sol. Por outro lado, nas plantas de *M. laevigata*, a malha cinza promoveu diferença em relação às malhas vermelha e azul, não diferindo das plantas cultivadas em condições de pleno sol (Fig. 1). Diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, Gonçalves et al. (2001), avaliando a concentração de pigmentos fotossintéticos em mogno e cumaru sob dois ambientes de luz, verificaram que os teores de carotenóides foram sempre maiores no ambiente de sol. Da mesma forma, plantas de alfavaca-cravo cultivadas a pleno sol produziram maiores quantidades de carotenóides (Martins et al. 2009). Em trabalhos com *Quercus ilex*, aumentos

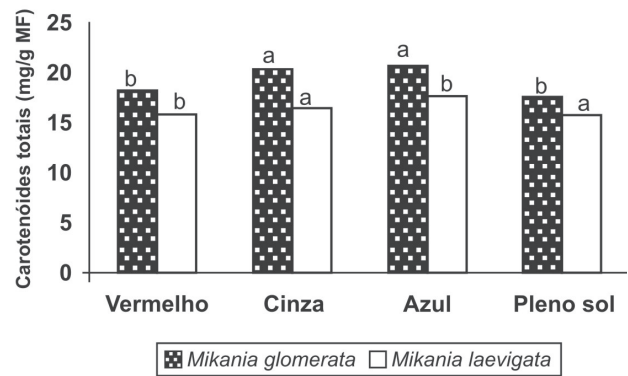


Figura 1. Conteúdo de carotenóides de plantas de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* submetidas ao sombreamento com malha colorida, durante 120 dias. Barras com mesma letra para cada espécie não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

consideráveis nos teores de carotenóides e antioxidantes (ascorbato, glutatona e α -tocoferol) foram observados em folhas a pleno sol em relação às folhas de sombra, sugerindo maior resistência à fotoxidação por excesso de luz (García-Plazaola et al., 1999).

De acordo com Oren-Shamir et al. (2001), o ambiente sombreado com malha azul apresenta maior transmitância da luz na faixa do azul (400-500nm), indicando que o balanço energético possa favorecer a absorção energética pelos carotenóides e, uma vez que estes estão associados às moléculas de clorofilas dos sistemas antenas e aos centros de reação, têm a capacidade auxiliar o desempenho fotossintético por meio da transferência de energia absorvida para as clorofilas.

Os baixos teores de pigmentos fotossintéticos (carotenóides e clorofila total) observados nas plantas cultivadas a pleno sol podem indicar a ocorrência da fotoinibição nestas plantas, devido à radiação, no que se refere à captação de luz em ambientes de menor luminosidade e à proteção contra a fotodestruição em ambiente de maior luminosidade. A luz absorvida pelos carotenóides é transferida à clorofila pelo processo de fotossíntese. Logo, as plantas sob malha azul foram, provavelmente, beneficiadas na captação de radiação em relação às demais sombreadas, uma vez que os carotenóides absorvem a luz na região dos 400-500 nm, faixa da luz azul do espectro.

Sendo assim, sugere-se que as plantas de *M. glomerata* e *M. laevigata* se adaptaram melhor ao ambiente sombreado, o qual influenciou, positivamente, as características associadas ao crescimento, produção de biomassa total, área foliar e conteúdos foliares, independente da radiação transmitida pelas malhas coloridas, evidenciando uma plasticidade fenotípica dessas espécies aos espectros e intensidades luminosas estudadas.

REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I. 1949. Copper enzymes in isolates chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1):1-15.
- ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA, E. C.; MAGALHÃES, M.M. 2003. Effects of different light levels on the initial growth and pho-

- tosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 27(1): 53-57.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. 2001. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, 25(4): 853-862.
- BENICASA, M. M. 1988. *Análise de crescimento de plantas*, Jaboticabal: FCAV-UNESP. 41 p.
- BOARDMAN, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 28: 355-377.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. *Normas climatológicas de 1961-1990*. Brasília. 84 p.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3): 281-288.
- CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; MELO, H.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A.; LIMA JÚNIOR, E.C. 2005. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a fotoperíodos. *Horticultura Brasileira*, 23(3): 846-850.
- DUKE, S. O.; KENYON, W. H. 1986. Effects of dimethazone (FMC 57020) on chloroplast development II. Pigment synthesis and photosynthetic function in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) primary leaves. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 25(1): 11-18.
- FELFILI, J. M. 1999. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(2): 297-301.
- FRANKLIN, K. A.; WHITELAM, G. C. 2005. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Annals of Botany*, 96(2): 169-175.
- GARCÍA-PLAZAOLA, J. I.; ARTETXE, U.; BECERRIL, J. M. 1999. Diurnal changes in antioxidant and carotenoid composition in the Mediterranean sclerophyll tree *Quercus ilex* (L.) during winter. *Plant Science*, 143(2): 125-133.
- GLOBIG, S. et al. 1997. Continuous light effects on photosynthesis and carbon metabolism in tomato. *Acta Horticulturae*, 418: 141-151.
- GONÇALVES, J. F. DE C.; MARENCO, R. A.; VIEIRA, G. 2001. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tonka Bean under two light environments. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, 13(2): 149-157.
- KASPERBAUER, M. J.; PEASLEE, D. E. 1973. Morphology and photosynthetic efficiency of tobacco leaves that receive end-of day red or far red light. *Plant Physiology*, 52(5): 440-442.
- LARCHER, W. 2004. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA Artes e Textos. 531 p.
- LEITE, C. A.; ITO, R. M.; GERALD, L. T. C.; FAGNANI, M. A. 2002. Manejo do espectro de luz através de malhas coloridas visando o controle do crescimento e florescimento de *Phalaenopsis* sp. Disponível em: <<http://www.polysack.com/index.php>>. Acesso em: 18 nov. 2009.
- LI, S. M.; RAJAPAKSE, N. C.; YOUNG, R. E.; OI, R. 2000. Growth responses of chrysanthemum and bell pepper transplants to photosensitive plastic films. *Scientia Horticulturae*, 84(3/4): 215-225.
- LIMA JR., E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. 2006. Physioanatomy traits of leaves in young plants of *Cupania vernalis* camb. subjected to different shading levels. *Revista Árvore*, 30(1): 33-41.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. 2003. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 254 p.
- MARTINS, J.R.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; SILVA, A.P.O. 2008. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 10(4): 102-107.
- MARTINS, J.R.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; SILVA, A.P.O.; ALVES, E. 2009. Teores de pigmentos fotossintéticos e estruturas de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. *Ciência Rural*, 39: 82-87.
- MORINI, S.; MULEO, R. 2003. Effects of light quality on micropropagation of woody species. In: JAIN, S. M.; ISHII, K. *Micropropagation of woody trees and fruits*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 3-35.
- OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. 2009. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 11(1): 56-62.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. 2001. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(3): 353-361.
- PAUL, R. K.; JABBAR, A.; RRASHID, M. A. 2000. Anti-ulcer activity of *Mikania cordata*. *Fitoterapia*, 71: 701-703.
- PEREIRA, A. M. S.; CÂMARA, F. L. A.; CELEGHINI, R. M. S.; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M.; FRANÇA, S. C. 2000. Seasonal variation in coumarin content of *Mikania glomerata*. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants*, 7(2): 1-10.
- RAJAPAKSE, N. C.; YOUNG, R. E.; MCMAHON M. J.; OI, R. 1999. Plant height control by photosensitive filters: current status and future prospects. *Horttechnology*, 9(4): 618-624.