

Crescimento, teor de óleo essencial e conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas

Girlene Santos Souza^{1*}

Evaristo Mauro Castro²

Ângela Maria Soares²

José Eduardo Brasil Pereira Pinto²

Maria Gorette Resende³

Suzan Kelly Vilela Bertolucci²

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

²Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, Brasil

³Fundação Ezequiel Dias (FUNEDE), Belo Horizonte – MG, Brasil

*Autor para correspondência
girlenessouza@yahoo.com.br

Submetido em 29/11/2010
Aceito para publicação em 18/05/2011

Resumo

Mikania glomerata Sprengel é uma planta medicinal, largamente empregada na medicina popular, utilizada principalmente no tratamento de afecções respiratórias, que age dilatando os brônquios, sendo a cumarina uma das substâncias associadas a esse efeito. Por isso, o conhecimento do comportamento fisiológico dessa espécie e as suas respostas às condições do ambiente tornam-se necessários ao aperfeiçoamento dos métodos de cultivo. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do controle do espectro luminoso sobre o crescimento, o teor de óleo essencial e o teor de cumarina em *Mikania glomerata* Sprengel. As plantas foram cultivadas por quatro meses sob malhas de 50% de sombreamento nas cores cinza, vermelha, azul, e a pleno sol (0%). O óleo essencial foi extraído de folhas frescas por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado. A identificação e a quantificação da cumarina foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Através dos resultados obtidos pode-se concluir que a malha azul proporcionou aumento no acúmulo de massa seca total e da área foliar, enquanto que as plantas sob malha vermelha apresentaram maior alocação de matéria seca para as raízes. A menor quantidade de matéria seca foliar foi verificada nas plantas crescidas a pleno sol. Não foram observadas, entretanto, alterações na razão de massa foliar e na relação raiz/parte aérea. O teor de óleo essencial das plantas crescidas sob malha azul foi de 0,14%, o que correspondeu a um acréscimo de 142% em relação ao teor verificado nas plantas crescidas a pleno sol, enquanto que o conteúdo de cumarina não foi influenciado pela cor da malha. Tais resultados evidenciam 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.

Palavras-chave: Intensidade de luz, Plantas medicinais, Qualidade de luz

Abstract

Growth, essential oil content, and content of coumarin in young plants of guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivated under colored nets. *Mikania glomerata* Sprengel is a medicinal plant widely used in folk medicine, mainly to treat respiratory disorders, which acts by dilating the bronchi, being coumarin one of the substances associated with this effect. Therefore, understanding the physiological behavior of this species and its responses to the environmental conditions is necessary to improve the cultivation methods. In this context, the aim of this work was to evaluate the effect of light spectrum control on growth, the essential oil content, and the content of coumarin in *Mikania glomerata* Sprengel. Plants were grown for four months under nets with 50% shading in gray, red, blue, and exposed to full sunlight (0%). The essential oil was extracted from fresh leaves through hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus. The identification and quantification of coumarin were performed through high performance liquid chromatography (HPLC). The results showed the blue fabric allowed an increase in total dry matter accumulation and leaf area, as plants under red shading presented higher dry matter allocation to the roots. The smallest quantity of dry leaves was observed in plants grown under full sun exposure. Changes were not observed, however, in leaf weight ratio and in root/shoot proportion. The essential oil content of plants grown under blue net was 0.14%, which corresponded to an increase of 142% over the level found in plants grown under full sun exposure, as the coumarin content was not influenced by the net color. These results show that light can be modulated during cultivation, in order to obtain desirable morphological characteristics and maximize the production of active principles in this species.

Key words: Light intensity, Light quality, Medicinal plant

Introdução

O emprego de plantas medicinais é uma prática milenar que ultrapassou todas as barreiras e obstáculos durante o processo de evolução tecnológica e chegou até os dias atuais, sendo amplamente utilizada por grande parte da população mundial como fonte de recurso terapêutico eficaz (CRAGG et al., 1997).

Entre várias plantas medicinais usadas na medicina popular no Brasil, espécies do gênero *Mikania*, da família Asteraceae, um subarbusto trepador, conhecido popularmente como “guaco” (CELEGHINI et al., 2001), se destacam por causa de suas múltiplas propriedades farmacológicas, principalmente atividades antiinflamatórias, antialérgicas, analgésicas e antimicrobiana (YATSUDA et al., 2002).

O gênero *Mikania* tem aproximadamente 450 espécies, distribuídas nas áreas tropicais de África, Ásia e América. No Brasil, este é distribuído amplamente, concentrando-se nas regiões Sul e Sudeste, com aproximadamente 200 espécies descritas (RITTER et al., 1992). Porém, só 10% de espécies de *Mikania* têm sido quimicamente estudados (FABBRI et al., 1997), dentre elas destacam-se *Mikania laevigata* Schultz Bip. Ex Baker e *Mikania glomerata* Sprengel.

Há muito tempo, a medicina popular indica o guaco para problemas respiratórios, onde estudos relacionados à atividade antiinflamatória justificam seu emprego terapêutico (SUYENAGA et al., 2002). Uma das substâncias que confere identidade ao guaco é a cumarina (1,2-benzopirona), por estar em grande quantidade em suas folhas. Acredita-se que esta substância seja formada durante o processamento da planta, através da lactonização do ácido α -cumárico por ação enzimática e pelo calor (DEWICK, 2002). Muitas pesquisas evidenciam que as cumarinas têm várias atividades biológicas. As mais comuns são atividades anti-neoplásica, efeito narcótico, hemostático, sedativo, espasmolítico, anticoagulante, analgésico, regulador hormonal e vaso dilatador, além de inibidor da carcinogênese. Além disso, as cumarinas possuem ainda um efeito regulador que, em concentrações diminutas da substância, promove o crescimento vegetativo (PEREIRA et al., 2000).

Os vegetais apresentam uma grande flexibilidade quimiossintética para produzir micromoléculas como as que compõem as misturas químicas complexas que são os óleos essenciais. Na fitoterapia, estes por sua vez, destacam-se pelas suas propriedades antibactericida, analgésica, sedativa, expectorante, estimulante e estomáquica (SILVA; CASALI, 2000). Além disso,

os óleos essenciais possuem importância ecológica, especialmente como inibidores da germinação, proteção contra predadores, atração de polinizadores, proteção contra perda de água e aumento da temperatura.

A biossíntese dos metabólitos secundários e, conseqüentemente, dos princípios ativos em plantas medicinais é determinada geneticamente, porém sua composição e a quantidade desses compostos variam acentuadamente em função das condições fisiológicas e ambientais. Entre os fatores ambientais, a luz atua de forma significativa e complexa no metabolismo e pode influenciar na produção de princípios ativos, uma vez que afeta direta ou indiretamente a produção de fitomassa, a proporção de órgãos e as vias biossintéticas destes metabólitos (GONÇALVES et al., 2003). Morini e Muleo (2003) afirmam que as plantas desenvolveram uma série de fotorreceptores que regulam seu desenvolvimento em relação às variações da radiação luminosa incidente com o objetivo de aperfeiçoar a captação da energia luminosa para a fotossíntese.

Diferentes condições de cultivo podem ser estabelecidas a fim de aumentar a concentração de princípios ativos em espécies medicinais. Para tanto, é necessário considerar as condições ambientais ótimas de cada espécie, uma vez que esses fatores proporcionam respostas diferenciadas, especialmente sobre os óleos essenciais. Neste contexto, as malhas coloridas representam um novo conceito agrotecnológico, que tem como objetivo combinar a proteção física, juntamente com a filtragem diferencial da radiação solar, para promover respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz (SHAHAK; GUSSAKOVSKY, 2004).

De modo diferente das casas de vegetação, as malhas exercem uma menor interferência sobre o microclima da planta; entretanto, são capazes de modificar tanto a quantidade como a qualidade da radiação solar transmitida, determinando modificações ópticas da dispersão e reflectância da luz (OREN-SHAMIR et al., 2001).

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 massa seca e princípios ativos de interesse econômico e farmacológico.

Assim, à vista do potencial do guaco e diante da carência de informações acerca do papel da luz na produção de compostos essenciais nas plantas do ponto de vista fisiológico, objetivou-se avaliar o efeito da intensidade e da qualidade espectral da luz transmitida pelas malhas fotoconversoras (Chromatinet®) no crescimento, teor de óleo essencial e de cumarina em *Mikania glomerata* Sprengel.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sob condições de viveiro, no período de março a agosto de 2006. As mudas de *M. glomerata* foram propagadas por estacas, retiradas do terço médio dos ramos, provenientes de plantas adultas localizadas no Horto de Plantas Medicinais/UFLA, Lavras (21°14'S; 45°00'W GRW, altitude 918m) Minas Gerais, as quais foram colocadas em bandeja de isopor contendo o substrato comercial Plantmax®. A propagação das mudas ocorreu em viveiros com 50% de sombreamento, durante 50 dias.

Após este período, as estacas foram transplantadas para tubos de PVC com capacidade de 3L, contendo substrato constituído por uma mistura de vermiculita, esterco bovino decomposto e terra de subsolo, na proporção 2:3:5. As plantas foram transferidas para viveiro com nível de sombreamento 50% de transmitância na região fotossinteticamente ativa, com o uso de malhas coloridas *ChromatiNET* nas cores vermelha, azul e cinza, fornecidas pela Empresa *Polysack Plastic Industries*, conforme a especificação do fabricante. 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, com espaçamento de aproximadamente 40cm 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 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. No

tratamento a pleno sol, foi observada intensidade de $1.500\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, correspondendo a 100% da radiação incidente, sob malha cinza $660\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (44%), sob malha vermelha $690\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (46 %) e sob malha azul $550\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (36%).

Ao final do experimento, foram avaliadas as seguintes características de crescimento tais como comprimento do ramo principal, diâmetro do caule, área foliar, massa seca das folhas, caules e raízes, em cinco plantas de cada tratamento, tomadas ao acaso. O comprimento foi medido com régua a partir do colo ao ápice da planta (gema terminal) e o diâmetro do caule foi medido a 1cm do solo, com o auxílio de paquímetro com precisão de 0,01mm. A área foliar total por planta foi medida utilizando-se um integralizador 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 $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até obter massa seca constante, utilizando-se de uma balança analítica com precisão de 10 – 4g. A razão área foliar (RAF), razão massa foliar (RMF) e área foliar específica (AFE) foram determinadas de acordo com Benicasa (2004).

A coleta das folhas para obtenção do óleo essencial foi realizada na parte superior da planta, no horário compreendido entre as 7-8h, a partir de três plantas dos distintos tratamentos e imediatamente encaminhado ao laboratório para realização das análises.

A extração do óleo essencial das folhas de guaco foi realizada a partir de 50g de massa fresca, pelo método de hidrodestilação por arraste de vapor d'água, utilizando-se aparelho Clevenger modificado, adaptado a um balão de fundo redondo com capacidade de 1.000mL (MING et al., 1996). Em cada repetição utilizou-se 500mL de água destilada. O hidrolato obtido foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, com três porções de 25mL de diclorometano, por 20min cada. As frações orgânicas de cada repetição foram reunidas e secas com uma porção em excesso de sulfato de magnésio anidro. O sal foi removido por filtração simples e o solvente, evaporado à temperatura ambiente em capela de exaustão até alcançar peso constante, obtendo, assim o óleo essencial purificado. Os resultados dos teores do

óleo essencial foram expressos em porcentagem de óleo essencial (%) em relação à massa fresca.

Para a extração da cumarina, foram utilizadas cinco plantas por tratamento com aproximadamente 100 dias de idade. As folhas de toda a planta foram coletadas entre 7:30h e 9:00h. Posteriormente as folhas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas para secar em estufa a 35°C até massa constante. A massa seca foi triturada em moinho até o diâmetro de 48 mesh.

Amostras de 1g de matéria seca foram submetidas à extração em 10mL de solução etanol/água (1:1 v/v), em banho-maria a 78°C por 15min. Após resfriamento o extrato etanólico foi filtrado sob vácuo. Posteriormente, foram transferidos 5mL da solução para um balão volumétrico de 100mL e completou-se o volume com água-metanol (53:47). Em seguida transferiu-se 5mL dessa solução para ependorf e centrifugou-se a 10.000rpm por 10min. O sobrenadante foi analisado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE-FR). O cromatógrafo usado foi da marca Shimadzu, modelo LC-10 AD com detector espectrofotométrico de absorvância UV e visível (arranjo de dados SPDM-M10A) sob as seguintes condições: Coluna: ODS Hypersil, partículas de $5\mu\text{m}$, dimensões de 125 x 4mm; Detecção: UV a 275nm; Sistema de eluição: água-metanol (53:47) – isocrático; Fluxo: 0,5mL/min; Tempo de análise: 15min. O volume de amostra injetado foi de 20 μL , as quais foram realizadas em triplicatas.

Para curva de calibração preparou-se uma solução estoque de cumarina padrão (1,2-benzopirona – Sigma, cod. C-4261) a 0,5mg/mL, em metanol. A partir desta, foram preparadas soluções com concentrações na faixa de 0,005 a 0,08mg/mL, completando-se os volumes dos balões com uma mistura de água-metanol (53:47). Essas soluções foram injetadas em quintuplicata, para a obtenção da curva de calibração (ALVARENGA et al., 2009). Calculou-se o teor da cumarina na amostra a partir da equação da reta obtida com a curva de calibração. O resultado foi expresso em gramas de cumarina por 100g do composto (%).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à

análise de variância (Teste F), utilizando-se o programa para análises estatísticas SAS INSTITUTE (1996). As médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultado e Discussão

O padrão de crescimento das plantas de *Mikania glomerata* variou em função dos ambientes aos quais foram submetidas. Observou-se que plantas crescidas sob malha azul apresentaram maior crescimento em altura quando comparadas aos demais tratamentos (Tabela 1). Com esses resultados, verifica-se uma relação entre o crescimento em altura e o acúmulo de massa seca. Desta maneira, as plantas de *M. glomerata*, 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 para as plantas de *M. glomerata* (Tabela 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 comprimento foram encontrados em condições extremas de luz, ou seja, pleno sol. Por outro lado, Felfili (1999), trabalhando com velame (*Sclerobolium 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), em plantas de *Pittosporum variegatum*, 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, Leite al. (2002) verificaram que

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%.

TABELA 1: Comprimento, diâmetro do colo, massa seca (MS) de folhas, caules, raízes e total e relação raiz/parte aérea de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel, submetidas a diferentes condições de luminosidade com 120 dias de idade.

Parâmetros	Tratamentos			
	Malha Vermelha	Malha Cinza	Malha Azul	Pleno Sol
Comprimento (cm)	200 b	198 b	275 a	70 c
Diâmetro do colo (mm)	0,90 a	0,90 a	0,85a	0,80 a
MS folha (g)	23,97 b	23,17 b	29,55 a	17,77 c
MS caule (g)	22,97 a	18,40 a	23,02 a	10,15 b
MS raiz (g)	23,00 a	14,70 b	19,42 a	13,75 b
MS 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

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As malhas empregadas influenciaram tanto no acúmulo de massa seca total quanto particionada, entre as folhas, caule e raízes. As plantas cultivadas sob malha azul acumularam maior quantidade de massa seca total, quando comparadas aos demais tratamentos, apesar de não ter apresentado diferença significativa entre as malhas vermelha e cinza (Tabela 1), mostrando que a produção de biomassa total nos indivíduos dessa espécie foi influenciada tanto pela intensidade quanto pela qualidade espectral da luz solar.

A diferença na produção de biomassa pôde ser observada em todos os tratamentos estudados. Pelos dados da Tabela 1 verifica-se que a massa seca da folha, caule e total de guaco foi incrementada em plantas cultivadas sob malha azul, não diferindo das outras malhas, sendo menor no tratamento sem o uso de malha, ou seja, a pleno sol. Em relação à massa seca das raízes, estas tiveram maiores resultados quando cultivadas sob a malha vermelha, não diferindo das plantas cultivadas sob malha azul.

Comparando-se a variação de massa seca entre as malhas coloridas, verificou-se que os maiores acúmulos

de biomassa em folhas, caules e raízes foram observados em plantas cultivadas sob malha azul e vermelha, que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1). Menores variações nos acúmulos de fitomassa ocorreram no tratamento a pleno sol em folhas, caules e raízes, que diferiram das malhas azul e vermelha.

A relação raiz/parte aérea foi expressiva em condições de pleno sol para as plantas de *M. glomerata*, não diferindo dos tratamentos sombreados (Tabela 1), o que indica uma alocação preferencial de matéria seca para o sistema radicular. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al. (2008), que verificaram que as plantas a pleno sol obtiveram maiores ganhos de massa seca da raiz e massa seca total que as plantas crescidas sob malha preta. Dentre os tratamentos sombreados, as malhas coloridas proporcionaram às plantas maior eficiência na aquisição de biomassa.

Com esses resultados de biomassa seca, fica evidenciado que a produção de massa seca total é reduzida pela quantidade de radiação solar. Isto é, plantas cultivadas a pleno sol, apresentaram menor produção de biomassa seca, provavelmente, em consequência de uma redução no processo fotossintético e, provavelmente, 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.

O emprego de malhas coloridas com 50% de sombreamento não proporcionou diferença significativa na área foliar das plantas de *M. glomerata* crescidas sob as malhas azul e cinza (Tabela 2), promovendo maiores respostas em favor das mesmas, comparativamente com os demais tratamentos. O tratamento sem malha determinou menor área foliar, comparado às plantas cultivadas sob sombreamento, diferindo significativamente dos outros tratamentos, para as plantas de guaco, as quais mostraram-se também com maior conteúdo de massa seca retida em folhas dentre todos os tratamentos (Tabela 1). No trabalho de Oliveira et al. (2009), os maiores valores de área foliar também foram obtidos nas plantas cultivadas sob malha azul.

O aumento na expansão das folhas cultivadas sob malha azul é claramente vantajoso ao crescimento das plantas, pois conduz a melhores intercepções de luz e,

consequentemente, 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).

TABELA 2: Valores de área foliar total (AFT), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF) de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel submetidas a diferentes condições de luminosidade com 120 dias de idade.

Tratamentos	AFT (dm ²)	AFE (dm ² /g)	RAF (dm ² /g)	RMF (g/g)
Malha Vermelha	35,18 b	1,46 a	0,50 b	0,34 a
Malha Cinza	41,56 a	1,78 a	0,73 b	0,41 a
Malha Azul	45,57 a	1,53 a	0,63 a	0,40 a
Pleno Sol	13,50 c	0,82 b	0,32 c	0,42 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As plantas cultivadas a pleno sol tiveram a área foliar significativamente reduzida e menor AFE e RAF, em relação aos tratamentos de sombreamento com uso de malhas coloridas (Tabela 2). Este fato pode ser relacionado a uma menor produção de massa seca total dessas plantas nestas condições.

Em geral, o aumento da área foliar com o sombreamento é uma das maneiras da planta incrementar a superfície fotossintética, assegurando um melhor aproveitamento das baixas intensidades luminosas e, consequentemente, 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 proporcionam um metabolismo mais ativo, como consequência, essas plantas apresentam maior produção de massa seca, com maior conteúdo energético.

Em condições de sombreamento de 50%, sob malhas cinza e azul, não houve diferença significativa de RAF para a espécie *M. glomerata*. No entanto, os valores de RAF das plantas sombreadas foram superiores aos das plantas crescidas a pleno sol, fato que pode ser relacionado com dados da literatura, em

que a RAF tende a aumentar sob condições de baixa luminosidade, em decorrência do incremento da área foliar e da consequente redução de massa seca total acumulada por estas plantas nestas condições. 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, 2004).

Considerando-se que as folhas são os centros de produção de massa seca (fotossíntese) e que os demais órgãos dependem da exportação da folha, a maior ou a menor exportação de fotoassimilados da folha podem ser característica genética, a qual está sob a influência de variáveis ambientais. Dessa forma, por meio dos resultados obtidos, verifica-se que a malha não interferiu na eficiência de exportação de matéria seca das folhas para a planta como um todo.

O rendimento de óleo essencial foi significativamente afetado pelas condições de cultivo sob malhas coloridas as quais as plantas de *M. glomerata* foram submetidas. Na Figura 1, observa-se que as plantas crescidas a pleno sol obtiveram o menor teor de óleo em relação

aos tratamentos com sombreamento parcial de 50%. As plantas sob as malhas vermelha e cinza não diferiram entre si, enquanto que sob a malha azul apresentaram o maior percentual de óleo essencial.

Pode-se inferir, portanto, que o sombreamento, sobretudo o proporcionado pela malha azul, pode promover a ativação das rotas do metabolismo secundário em *M. glomerata*. Dentre as diversas enzimas importantes na biossíntese de moléculas presentes no óleo essencial, a fenilalanina amonialiase (PAL) tem sido considerada como reguladora na formação de muitos compostos fenólicos, inclusive o eugenol (TAIZ; ZEIGER, 2004). Loschke et al. (1981) observaram que a atividade da PAL aumentava quando plântulas de *Pisum sativum* L. eram submetidas à luz azul; o mesmo efeito foi verificado por Attridge (1974) trabalhando com *Cucumis sativus*.

As variações nos percentuais dos teores de óleo essencial em função de alterações na intensidade e qualidade espectral da radiação solar evidenciam que o estabelecimento de condições luminosas específicas é fundamental para maximizar a produção de princípios ativos.

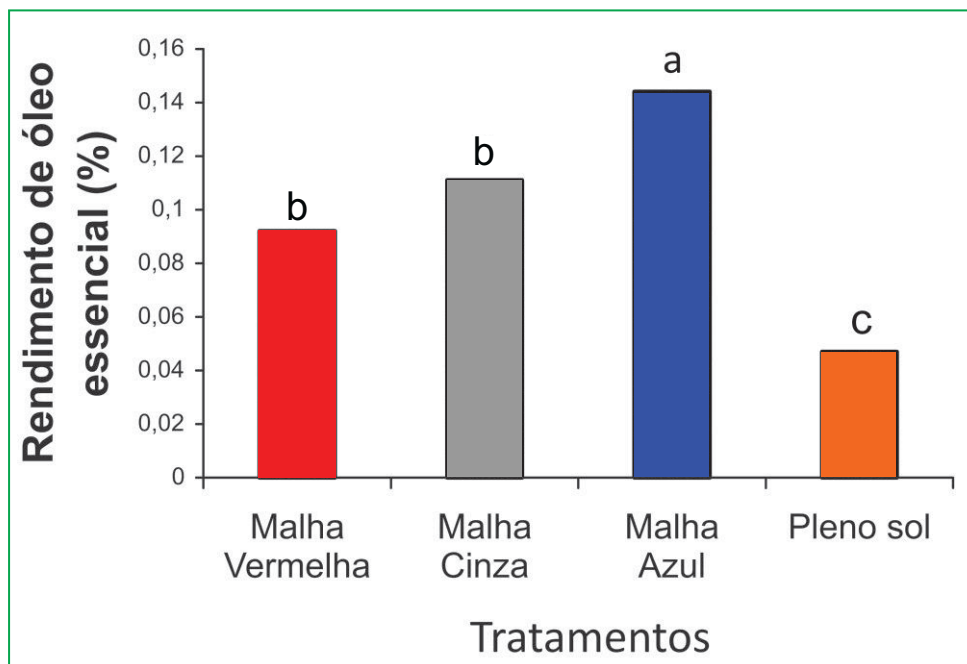


FIGURA 1: Teor de óleo essencial de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel, submetidas a diferentes condições de luminosidade com uso de malhas coloridas. Barras seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo Martins et al. (2008), plantas de *Ocimum gratissimum* L. crescidas a pleno sol obtiveram também o menor teor de óleo essencial dentre os tratamentos, provavelmente, como consequência da menor área foliar e alocação preferencial de biomassa para o sistema radicular, devido à elevada radiação.

Comparando-se plantas cultivadas em pleno sol com plantas em condições de 50% de sombreamento, observa-se que as folhas que receberam radiação transmitida pelas malhas coloridas produziram mais óleo essencial do que as folhas de plantas cultivadas em condições de pleno sol. Estes resultados indicam que a tanto a quantidade como também a qualidade de luz é limitante para a produção de óleo essencial para *M. glomerata*.

Duas espécies da família Lamiaceae foram estudadas por Li et al. (1996), que avaliaram a produção de óleo essencial sob diferentes condições de

sombreamento. Em *Thymus vulgaris*, a produção de óleo foi maior nas plantas crescidas em luminosidade total, diminuindo com o decréscimo dos níveis de luz. Por outro lado, em *Salvia officinalis*, as plantas crescidas no sombreamento parcial apresentaram o maior teor de óleo.

As variações nos percentuais dos teores de óleo essencial em função de alterações na intensidade e qualidade espectral da radiação solar evidenciam que o estabelecimento de condições luminosas específicas é fundamental para maximizar a produção de princípios ativos. As respostas celulares à luz são provavelmente indiretas. Elas devem resultar de mudanças localizadas no equilíbrio dos hormônios e metabólitos, que, por sua vez, podem ser causadas por mudanças na permeabilidade da membrana mediada pelo fitocromo e mudanças enzimáticas resultantes da atividade de genes-chave (TANAKA et al., 1989).

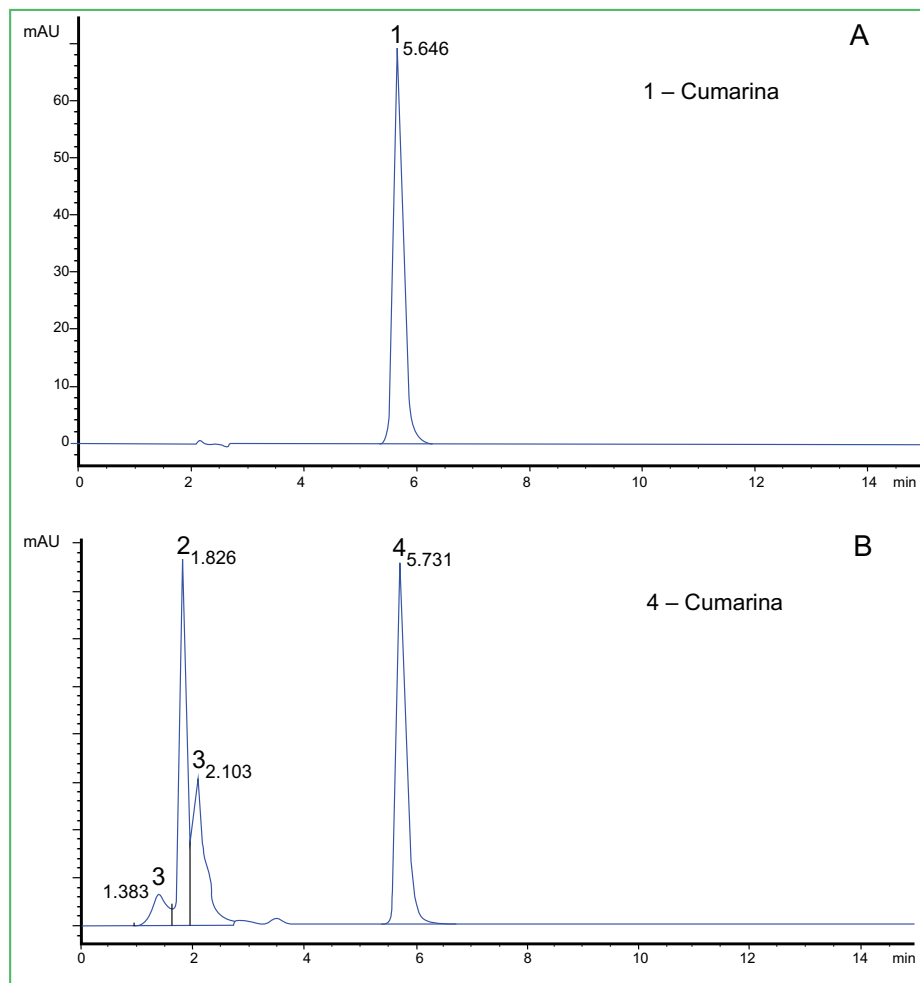


FIGURA 2: Perfil cromatográfico do padrão de cumarina (A) e de amostras obtidas de extrato metanólico de *Mikania glomerata* Sprengel (B) realizada por CLAE.

Em relação à análise da cumarina, é apresentado apenas um cromatograma para exemplificação (Figura 2), porque, para os demais tratamentos de sombreamento com malhas coloridas, o perfil cromatográfico foi semelhante, variando apenas as concentrações.

Observa-se, pela Figura 2, alta possibilidade da presença de cumarina (1,2 benzapirona), nas amostras de folhas de *M. glomerata* em comparação entre o padrão e amostra. O tempo de retenção aproximado da cumarina foi de 5,7min para e o sinal anterior não pode ser identificado devido à falta de padrão, pois o mesmo não foi objeto de estudo neste trabalho.

Os teores de cumarina obtidos das folhas de *M. glomerata*, submetidas ao efeito da radiação solar alterada por coberturas de malhas de cor vermelha, azul e cinza e em plantas cultivadas a pleno sol podem ser observadas na Figura 3. Pode-se perceber que a cor da malha não influenciou na quantidade de cumarina extraída das folhas de *M. glomerata*, tendo os maiores valores numéricos sido verificados nas plantas cultivadas sob sombreamento. Castro et al. (2006), comparando somente as folhas localizadas na parte superior de plantas jovens de *M. glomerata* cultivadas nos diferentes tratamentos de radiação, observaram que, em pleno sol, foram obtidos os maiores teores de cumarina respectivamente em relação aos demais tratamentos. Isto provavelmente ocorreu devido

alterações morfofisiológicas da folha de *M. glomerata* sob diferentes níveis de radiação, demonstrando a associação estreita entre a adaptação anatômica e eficiência em processos fisiológicos.

Há possibilidade de que, em determinados períodos do ano, ocorra maior acúmulo de princípios ativos, o que pode ser devido a fatores genéticos e fisiológicos da planta, variando o teor dos mesmos ao longo dos anos. A idade das folhas na planta pode ter influenciado nesta variação, pois, segundo Pereira et al. (2000), foi observado o maior teor de cumarina em folhas novas, próximo ao ápice do ramo.

Os fatores climáticos podem ter contribuído para a síntese de cumarina, como, por exemplo, a qualidade de luz, fotoperíodos, decréscimo da temperatura média, estresse hídrico, etc., estando de acordo com Pereira et al. (2000) que encontraram maior rendimento de cumarina em guaco no mês de julho e o menor em abril, com incremento quase linear entre esse período. Os autores afirmam que o maior rendimento de cumarina no mês julho ocorre porque neste período não há ocorrências de chuvas e a temperatura é baixa, ocorrendo condições semelhantes para a região de Lavras – MG, onde o trabalho foi desenvolvido.

O estudo da influência de fatores que levam às variações na produção de metabólitos secundários de interesse é uma preocupação constante em trabalhos

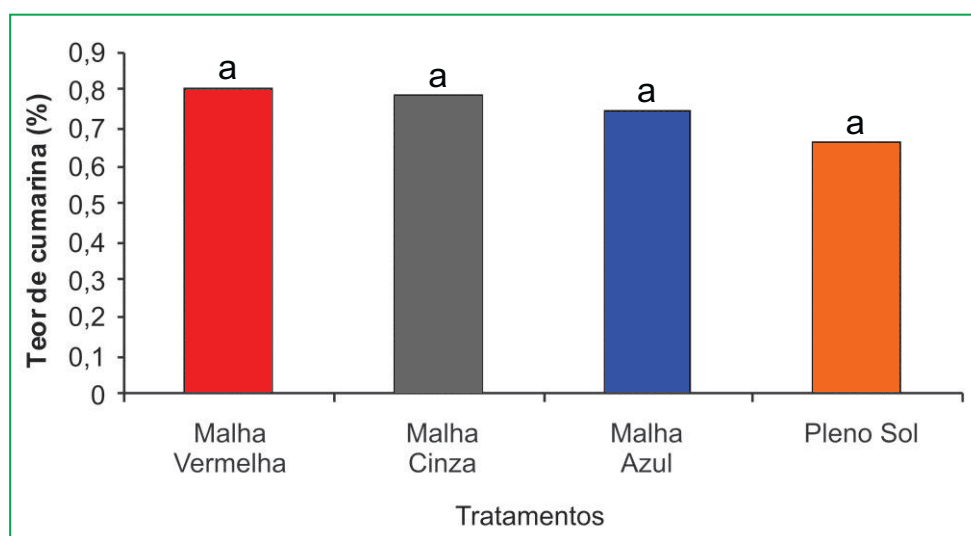


FIGURA 3: Teor de cumarina de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel submetidas a diferentes condições de luminosidade com uso de malhas coloridas. Barras seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

realizados com plantas medicinais, pois o conhecimento gerado pode maximizar a produção dos princípios ativos, melhorando a qualidade dos metabólitos secundários, sem, no entanto, acarretar custos adicionais ao processo produtivo. Pesquisas que objetivam elucidar as possíveis causas para esta variação merecem estudos por equipes multidisciplinares, visto a complexidade envolvida.

Diante do exposto o presente estudo demonstrou que a qualidade espectral da radiação solar pode ser modulada durante o cultivo a fim de se obter características morfofisiológicas desejáveis e maximizar a produção de princípios ativos em *M. glomerata*.

Referência

- ALVARENGA, F. C. R.; GARCIA, E. F.; BASTOS, E. M. A. F.; GRANDI, T. S. M.; DUARTE, M. G. R. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de folhas e tinturas de guaco. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 2A, p. 442-448, 2009.
- ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA, E. C.; MAGALHÃES, M.M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. 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**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.
- ATTRIDGE, T. H.; SMITH, H. Density-labelling evidence for the blue-lightmediated activation of phenylalanine ammonia lyase in *Cucumis sativus* seedlings. **Biochimica Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 343, n. 3, p. 452-464, 1974.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; MALTA, M. R.; CARDOSO, M. G.; SILVA, F. A. M. Coumarin contents in young *Mikania glomerata* plants (Guaco) under different radiation levels and photoperiod. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, Buenos Aires, v. 25, n. 3, p. 387-392, 2006.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CELEGHINI, R. M. S.; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M. Extration and quantitative HPLC analysis of coumarin in hydroalcoholic extracts of *Mikania glomerata* Sprengel (Guaco) leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 12, p. 706-709, 2001.
- CRAGG, G. M.; NEWMAN, D. J.; SNADER, K. M. Natural products in drug discovery and development. **Journal of Natural Products**, Columbus, v. 60, p. 52-60, 1997.
- DEWICK, R. B. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 2 ed. London: West Sussex John Wiley & Sons, 2002. 515 p.
- FABBRI, H.; OLIVEIRA, D. R.; VICHNEWSKI, W.; HERZ, W. Diterpenes of *Mikania lindbergii* Baker. **Biochemical Systematics and Ecology**, Maryland Heights, v. 25, p. 563-564, 1997.
- FELFILI, J. M. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999.
- GLOBIG, S.; ROSEN, I.; JANES, H. W. Continuous light effects on photosynthesis and carbon metabolism in tomato. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 418, p. 141-151, 1997.
- GONÇALVES, L. A.; BARBOSA, L. C. A.; AZEVEDO, A. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A. Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 6, n. 1, p. 8-14, 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA Artes e Textos, 2004. 531 p.
- LEITE, C. A.; ITO, R. M.; GERALD, L. T. C.; FAGNANI, M. A. **Manejo do espectro de luz através de malhas coloridas visando o controle do crescimento e florescimento de *Phalaenopsis* sp.** 2002. Disponível em <<http://www.polysack.com/index.php>>. Acesso em 16 outubro de 2010.
- LI, Y.; CRAKER, L. E.; POTTER, T. Effect of light on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 426, p. 419-426, 1996.
- LI, S. M.; RAJAPAKSE, N. C.; YOUNG, R. E.; OI, R. Growth responses of chrysanthemum and bell pepper transplants to photoselective plastic films. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 84, n. 3/4, p. 215-225, 2000.
- LOSCHKE, D. C.; HADWIGER, L. A.; SCHRÖDER, J.; HAHLBROCK, K. Effects of light and of *Fusarium solani* on synthesis and activity of Phenylalanine Ammonia-Lyase in peas. **Plant Physiology**, Rockville, v. 68, n. 3, p. 680-685, 1981.
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 102-107, 2008.
- MING, L.C., FIGUEIREDO, R.O., MACHADO, S.R., ANDRADE, R.M.C. Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) Poaceae. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 426, p. 555-559, 1996.
- MORINI, S.; MULEO, R. Effects of light quality on micropropagation of woody species. In: JAIN, S. M.; ISHII, K. (Eds). **Micropropagation of woody trees and fruits**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 3-35.
- OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2009.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and

- quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Dundee, v. 76, n. 3, p. 353-361, 2001.
- PEREIRA, A. M. S.; CÂMARA, F. L. A.; CELEGHINI, R. M. S.; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M.; FRANÇA, S. C. Seasonal variation in coumarin content of *Mikania glomerata*. **Journal of Herbs, Spices e Medicinal Plants**, Binghamton, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2000.
- RITTER, M. R.; BAPTISTA, L. R. M.; MATZENBACHER, N. I. Asteraceae. Gênero *Mikania* Willd. Seções Globosae e Thysigeriae. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul, n. 21. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n. 50, p. 1-90, 1992.
- SAS INSTITUTE. **The SAS-system for Windows**: release 6.08 (software). Cary: SAS Institute, 1996.
- SILVA, F.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas**: pós -colheita e óleos essenciais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 135 p.
- SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E. E. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 659, p. 143-151, 2004.
- SUYENAGA, E. S.; RECHE, E.; FARIAS, F. M.; SCHAPAVAL, E. E. S.; CHAVES, C. G. M.; HENRIQUES, A. T. Antiinflammatory investigation of some species of *Mikania*. **Phytotherapy Research**, London, v. 16, p. 514-518, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TANAKA, S.; YAMAURA, T.; SHIGEMOTO, R.; TABATA, M. Phytochrome mediated production of monoterpenes in thyme seedling. **Phytochemistry**, Leiden, v. 28, n. 11, p. 2955-2957, 1989.
- YATSUDA, R.; MURATA, R. M.; DUARTE, S.; CURY, J. A.; KOO, H.; ROSALEN, P. L. Effects of *Mikania* genus plant on the growth and cell adherence of mutants streptococci. **Journal of Dental Research**, Washington, v. 81, p. 2117, 2002.