

**CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS  
MORFOANATÔMICAS DE *Merremia tomentosa*  
Hallier EM CONDIÇÕES DE RADIAÇÃO**

**GIUSLAN CARVALHO PEREIRA**

**2009**

**GIUSLAN CARVALHO PEREIRA**

**CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS MORFOANATÔMICAS DE  
*Merremia tomentosa* Hallier EM CONDIÇÕES DE RADIAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração: Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador  
Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos  
Técnicos da**

Pereira, Giuslan Carvalho.

Crescimento e características morfoanatômicas de *Merremia tomentosa* Hallier em condições de radiação

/ Giuslan Carvalho Pereira. – Lavras : UFLA, 2009.

62 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Evaristo Mauro de Castro.

Bibliografia.

1. Cerrado . 2. Planta medicinal . 3. Anatomia ecológica. 4. Intensidade de luz. 5. Qualidade de luz I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 581.52643

**GIUSLAN CARVALHO PEREIRA**

**CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS MORFOANATÔMICAS DE  
*Merremia tomentosa* Hallier EM CONDIÇÕES DE RADIAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração: Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro

UFLA

Profa. Dr<sup>a</sup>. Mariana Esteves Mansanares

UFLA

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

*Ofereço ao meu DEUS, a quem devo tudo o que tenho e o que sou.  
Somente a Ele toda honra e toda glória.*

*A minha esposa, amiga, companheira e eterna namorada, Grazielle;  
Aos meus pais, Jair e Lúcia, exemplos de vida;  
Aos meus irmãos, que vencem comigo;  
Dedico essa vitória.*

## AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me capacitado e me dado forças em toda a caminhada.

A minha esposa, Grazielle, pela parceria e ajuda em todo o trabalho.

Aos meus pais, Jair e Lúcia, por lutarem para que hoje eu estivesse aqui.

Aos meus irmãos, Poliana, Portinari, Gilbert e Jackson que, mesmo a distância, sempre me apoiaram.

Aos meus sogros, Toninho e Elen, e ao meu cunhado, Mateus, que nos deram força nessa decisão.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Setor de Ecologia/DBI, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao professor Evaristo Mauro de Castro, pela sua orientação, ensinamentos e amizade.

Ao professor Daniel de Castro Melo, pelos ensinamentos e coorientação.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e contribuições valiosas.

Ao professor Eduardo Alves (DFP), pelo carisma e imensa ajuda nas análises de microscopia eletrônica.

A todos os professores do Setor de Ecologia do DBI, pela amizade, apoio e ensinamento.

A Eloisa (Elô) (DFP), pela amizade e disposição em acompanhar a preparação das amostras no laboratório de microscopia eletrônica.

A Ágda Centofante, pelo apoio no início deste trabalho, com a preparação das mudas e a montagem dos experimentos.

Ao Tales Amaral e Larissa, pelo apoio e companheirismo na chegada a Lavras e a força no início dos trabalhos de luminosidade em plantas medicinais.

Aos amigos da turma, Grazi, Lud, Fábio, Chese, Cléver, Marília, Robson, Thaís, Amanda, Carla e Mariana, pelos momentos que passamos juntos.

Aos amigos Fabiano, Tália, Cristiane, Dayane, Nathália, Márlon, Marco Aurélio, Cleidson e Iuri, pelos ótimos momentos de descontração.

Aos amigos do DBI em especial a Cynthia, Jessé, Manoel e Joeferson, pelo companheirismo e momentos de descontração.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
CAPÍTULO 1 .....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referencial Teórico .....	3
2.1 O cerrado .....	3
2.2 Plantas medicinais .....	6
2.3 <i>Merremia tomentosa</i> Hallier.....	7
2.5 Anatomia ecológica.....	9
2.6 Intensidade de luz.....	10
2.7 Qualidade de luz.....	12
3 Referências Bibliográficas .....	14
CAPÍTULO 2 – Crescimento e anatomia ecológica da folha de <i>Merremia tomentosa</i> Hallier em resposta à intensidade de luz.....	21
Resumo .....	22
Abstract .....	23
1 Introdução.....	24
2 Materiais e Métodos .....	25
2.1 Instalação do experimento.....	25
2.2 Obtenção do material vegetal .....	26
2.3 Ambiente de cultivo .....	26
2.4 Condições climatológicas durante a condução do experimento.....	26
2.5 Análises de crescimento .....	27
2.6 Análises anatômicas .....	27

2.7 Análises estatísticas.....	29
3 Resultados e Discussão .....	29
3.1 Análises de crescimento .....	29
3.2 Análises de microscopia de luz e varredura .....	33
4 Conclusão .....	39
5 Referências Bibliográficas .....	39
CAPÍTULO 3 – Efeitos da qualidade espectral no crescimento e morfoanatomia foliar de <i>Merremia tomentosa</i> Hallier.....	
Resumo .....	44
Abstract .....	45
1 Introdução.....	46
2 Materiais e Métodos .....	47
2.2 Obtenção do material vegetal .....	48
2.3 Ambiente de cultivo .....	49
2.4 Condições climatológicas durante a condução do experimento.....	50
2.5 Análises de crescimento .....	50
2.6 Análises anatômicas .....	51
2.7 Análises estatísticas.....	51
3 Resultados e Discussão .....	52
3.1 Análise de crescimento.....	52
3.2 Análises anatômicas .....	55
4 Conclusão .....	60
5 Referências Bibliográficas .....	60

## RESUMO

PEREIRA, Giuslan Carvalho. **Crescimento e características morfoanatômicas de *Merremia tomentosa* Hallier, em condições de radiação**. 2009. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A utilização de plantas medicinais tem se expandido em todos os continentes. Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado possui grande diversidade de plantas medicinais. Uma das plantas medicinais encontradas no Cerrado, a *Merremia tomentosa*, é um depurativo do sangue e possui atividade antimicrobiana, devido à presença do ácido ursólico em suas folhas. Esta planta tem importância sócio-econômica e ecológica, sendo necessários estudos que visam maior compreensão de sua ecologia. A luz é um recurso importante para o desenvolvimento e o crescimento das plantas, as quais respondem fenotipicamente às alterações na qualidade e na intensidade luminosa. Os principais objetivos para a realização deste trabalho foram avaliar aspectos morfológicos, como crescimento e alocação de biomassa, e as características anatômicas da folha desta espécie quando submetidas às condições de luz. Foram montados dois experimentos distintos: no primeiro, avaliou-se o efeito da alteração da intensidade luminosa sob a *M. tomentosa* com os tratamentos, pleno sol, 30% e 70% de sombreamento e, no segundo, avaliaram-se os efeitos da alteração da qualidade espectral, em que as plantas foram cultivadas sob malhas coloridas (vermelho, azul e preto) todas com 50% de sombreamento. Após 4 meses sob as malhas, foram avaliados biomassa, altura da parte aérea (colo ao ápice), número de folhas, comprimento, largura e relação comprimento/largura das folhas do 4º nó e características anatômicas em secções transversais realizadas na região mediana das folhas. Foi observado que *M. tomentosa* apresenta plasticidade anatômica e morfológica em relação às diferentes condições de luminosidade estudadas. No experimento de intensidade, as plantas a pleno sol apresentaram maior biomassa, com folhas menores, porém, mais espessas, tendo a média de todos os tecidos analisados sido maiores quando comparada a 30% e a 70% de sombreamento. A espessura dos tecidos reduziu com o aumento do sombreamento. Em relação ao efeito da qualidade de luz, foi possível observar que as plantas que cresceram sob a malha vermelha apresentaram maior crescimento, porém, foram pequenas as alterações anatômicas de *M. tomentosa* em relação à mudança espectral. Pela plasticidade fenotípica apresentada por esta espécie, nota-se que, mesmo sendo uma planta

---

\* Comitê orientador: Evaristo Mauro de Castro – UFLA (orientador), Daniel Melo de Castro (coorientador)

de sol, ela é capaz de se adaptar a condições de diferentes ambientes devido à amplitude de suas alterações morfológicas e antômicas.

#### ABSTRACT

PEREIRA, Giuslan Carvalho. **Growth and morphologic and anatomical characteristics of *Merremia tomentosa* Hallier, in radiation conditions.** 2009. 62 p. Dissertation (Master in Applied Ecology) – Universidade Federal de Lavras, MG.<sup>†</sup>

The use of medicinal plants has expanded in all continents. Among the Brazilian biomes the Cerrado has a great diversity of medicinal plants. One of the medicinal plants found in the Cerrado, the *Merremia tomentosa* is a depurative of blood, and has antimicrobial activity due to the presence of ursolic acid in its leaves. This plant presents socio-economic and ecological importance, thus, studies that aim greater understanding of their ecology are necessary. Light is an important resource for development and growth of plants, and that these phenotypically respond to changes in light intensity and quality. The main objectives in this study were to assess morphology, as growth and biomass allocation, and leaf anatomical characteristics of this species when subjected to conditions of light. Were mounted two separate experiments: the first evaluated the effect of the change of light intensity under the *M. tomentosa* with treatments, full sun, 30% and 70% of shading, and the second focuses on the effects of altering the quality spectrum, where the plants were grown under mesh color (red, blue and black) all with 50% of shading. Two separate experiments were mounted: the first evaluated the effect of the change of light intensity in the *M. tomentosa* with full sun treatments, 30% and 70% of shading, and the second evaluated the effects of changing the quality spectrum, where the plants were grown under mesh color (red, blue and black) all with 50% of shading. After 4 months under the meshes the biomass, were evaluated the shoot height (neck to the apex), number of leaves, length, width and the length / width of the leaves of the 4th node and anatomical characteristics in cross-sections performed in the median of leaves. It was observed that *M. tomentosa* shows morphological and anatomical plasticity related to different light conditions studied. In the intensity experiment, the plants to full sun had greater biomass, with smaller but thicker leaves, and the average of all examined tissues largest when compared to the 30% and 70% shading. The thickness of the tissue decreased with the increase of shading. Regarding the effect of quality of light, it was possible to observe that the plants that grew under the red mesh showed higher growth, however the

---

<sup>†</sup> Guidance Committee: Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Adviser), Daniel Melo de Castro - UFLA (Co-adviser)

anatomical alterations of *M. tomentosa* were small related to the spectral change. Due to the phenotypic plasticity displayed by this species is noted that even being a sun plant, it is capable to adapt to conditions in different environments due to its range of morphological and anatomical changes.

## **CAPÍTULO 1**

## 1 Introdução Geral

O Cerrado, bioma brasileiro mais ameaçado, destaca-se mundialmente pelo seu alto grau de biodiversidade e ocorrência de espécies endêmicas (Machado et al., 2004). Possui rica flora com uso potencial na medicina, porém, poucas dessas espécies foram estudadas. A utilização de plantas medicinais tem sido estimulada, em parte, pela crescente demanda da indústria por novas fontes naturais de medicamentos e, por outro lado, devido aos efeitos colaterais causados pelos fármacos sintéticos (Berg, 1993). Esse aumento se deve também à comprovação dos efeitos curativos dessas plantas, ao baixo custo e à facilidade de obtenção das mesmas pela população.

*Merremia tomentosa* Hallier, um subarbusto nativo do Cerrado da família Convolvulaceae, é utilizada pela população como depurativo do sangue (Rodrigues & Carvalho, 2001). Além disso, estudos recentes demonstram que essa espécie apresenta potencial promissor no uso farmacêutico por sua atividade antimicrobiana, devido à presença do ácido ursólico encontrado em suas folhas (Castro, 2008).

Sabe-se que a luz é um recurso importante para o desenvolvimento e o crescimento das plantas, as quais respondem fenotipicamente às alterações na qualidade e na intensidade da luz. De acordo com a plasticidade adaptativa às diferentes condições de radiação solar, as espécies podem garantir maior eficiência na conversão da energia radiante em carboidratos e, conseqüentemente, maior crescimento e maior alocação de biomassa (Atroch et al., 2001). Estudos com diversas plantas medicinais expostas a diferentes condições luminosas têm demonstrado que essas espécies apresentam plasticidade em sua morfoanatomia como meio de adaptação e a amplitude dessa adaptação pode ser expressa quantitativamente, como, por exemplo, a variação

da espessura e o tamanho das folhas de indivíduos da mesma espécie (Castro et al., 2007; Martins et al., 2009).

Esses trabalhos que avaliam a anatomia ecológica e o crescimento das plantas medicinais em diferentes condições ambientais fornecem informações que auxiliam no cultivo e na produção dessas espécies. Estudos ecológicos e anatômicos sobre a *M. tomentosa* são escassos, sendo, portanto, necessário intensificar estes estudos em diferentes ambientes.

Com isso, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o efeito da variação de luminosidade (qualidade e intensidade) sobre o crescimento e morfoanatomia desta planta.

## **2 Referencial Teórico**

### **2.1 O cerrado**

O Cerrado, um dos maiores biomas brasileiros, recobre 23% do território nacional, perdendo apenas para a Floresta Amazônica (Ratter et al., 1997). Porém, dos 2.045.064 km<sup>2</sup> de sua cobertura original, apenas 54,9% foram registrados como remanescente em 2002 (Machado et al., 2004) (Figura 1).

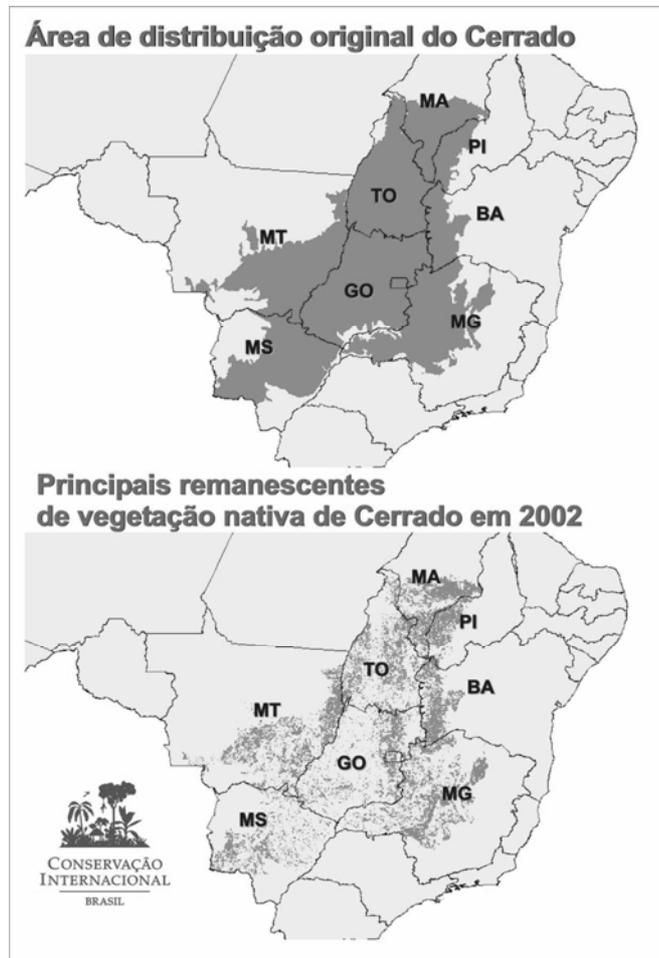


FIGURA 1 Área de distribuição original e remanescente do Cerrado, em 2002.  
 Fonte: Machado et al. (2004).

Este bioma ocorre em regiões com clima tropical chuvoso e regularmente sazonal, com presença de invernos secos (abril-setembro) e verões chuvosos (outubro-março), com precipitação média de 1.400 mm, variando entre 800 a 2.000 mm (Eiten, 1994). Sua distribuição é ampla, ocorrendo desde as altitudes de 300m, a exemplo a Baixada Cuiabana, MT e a mais de 1.600m, como a Chapada dos Veadeiros, GO (Ribeiro & Walter, 1998).

A vegetação típica do Cerrado (*sensu Stricto*) é representada por árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações retorcidas. Porém, este bioma apresenta diversas fitofisionomias, entre as quais se destacam: formações florestais com ocorrência de mata ciliar, mata de galeria e mata seca; formações savânicas que abrangem o Cerrado *sensu stricto*, murundus, palmeiral e veredas, e formações campestres que são os campos sujo, rupestre e limpo (Ribeiro & Walter, 1998).

Em Minas Gerais, são identificados três biomas, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado, sendo a maior parte do estado coberta pelo Cerrado, com todas as suas fisionomias (Rufini, 2008).

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, apresentando cerca de 12.600 espécies de plantas, das quais 44% das espermatófitas e 70% das herbáceas são endêmicas (Machado et al., 2008), sendo então considerado um dos 34 hotspots mundiais (Conservation Internacional do Brasil - C.I.B., 2009). Hotspot é toda área prioritária para conservação, ou seja, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. É considerada hotspot uma área com pelo menos 1.500 espécies endêmicas de plantas e que tenha perdido mais de 3/4 de sua vegetação original (C.I.B., 2009).

Mesmo considerando o número de pesquisas existentes no Cerrado, o conhecimento científico é bastante escasso, pois novas espécies estão sendo descobertas a cada levantamento faunístico e florístico realizado (Machado et al., 2008), havendo grande necessidade de novos estudos, principalmente devido à intensa antropização a que o Cerrado está sujeito (Siqueira et al., 2006). A abertura de extensas áreas para pastagens, lavouras, principalmente de soja, tem contribuído para uma redução drástica das áreas de cerrado.

Aproximadamente 40% da área do cerrado brasileiro já perdeu sua cobertura vegetal primitiva (Machado et al., 2004). Kaplan et al. (1994), já afirmavam que o Cerrado era a vegetação com maior risco de devastação no

país. E essa devastação tende a ser crescente, uma vez que apenas 1,2% do Cerrado é protegido por lei (Silva & Bates, 2002). A devastação sistemática do Cerrado tem colocado considerável número de espécies em risco de extinção, muitas destas antes mesmo de serem estudadas (Guerra & Nodari, 2007). Caso a devastação deste bioma siga as estimativas, com perda anual de 2,2 milhões de ha, no ano de 2030, todo o Cerrado terá sido destruído (Machado et al., 2004).

Devido à grande destruição do Cerrado, várias espécies da flora brasileira, muitas delas com potencial uso na medicina estão ameaçadas, como é o caso de *Duguetia glabriúscula* (R. E. Fr.) RE. Fr., *Krameria tomentosa* A. St.-Hil. e *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Silva et al., 2001). Isso evidencia a necessidade de maiores estudos da flora medicinal deste bioma.

## **2.2 Plantas medicinais**

O uso de plantas medicinais no mundo tem se expandido desde 1970 (Marques, 1999), devido, dentre outros fatores, ao aumento das pesquisas, à comprovação de seus efeitos curativos, ao baixo custo e à facilidade de obtenção das mesmas pela população.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que cerca de 80% da população mundial depende da medicina tradicional para suas necessidades básicas de saúde e 85% dessa medicina tradicional envolve o uso de plantas medicinais, seus extratos e princípios ativos (International Union for Conservation Nature – IUCN, 1993). Cerca de 40% dos fármacos utilizados no mundo tem as plantas como matéria-prima (Calixto, 2001). São vários os exemplos de medicamentos desenvolvidos a partir de fontes naturais, como as plantas, destacando-se a morfina, os curares, os digitálicos e os diversos medicamentos utilizados no tratamento do câncer (vimblastina, vincristina e taxol) e vários antibióticos (Braggio, 2003).

A utilização de plantas como medicamento, no Brasil, data de tempos remotos, tendo sua origem na cultura de diversos grupos indígenas (Simões et al., 1998). Em todos os biomas brasileiros, encontra-se grande diversidade de plantas medicinais, mas apenas de 15% a 17% destas foram estudadas quanto ao seu potencial medicinal e apenas 8% foram quimicamente avaliadas (Guerra & Nodari, 2007).

Revisão realizada por Vieira & Martins (2000) revelou que, dentre as 7.000 espécies do Cerrado relatadas por Mendonça et al. (1998), apenas 5% foram estudadas como úteis na medicina popular e este valor é, provavelmente, menor em relação à proporção destas espécies estudadas quanto à sua biologia e composição química. Pouco se sabe sobre quais são as espécies medicinais nativas que são objeto de uso e comércio significativos, tanto local como internacionalmente (Silva et al., 2001). Porém, sabe-se que a utilização indiscriminada de plantas medicinais pela população e pela indústria farmacêutica tem causado a redução da população de muitas espécies em sua área de ocorrência (Nadeem et al., 2000).

### **2.3 *Merremia tomentosa* Hallier**

A família Convolvulaceae está presente em regiões tropicais, com alguns representantes em climas subtropicais e temperados. Esta família compreende cerca de 1.930 espécies, distribuídas em 55 gêneros (Judd et al., 2009); no Brasil são encontrados 18 gêneros e cerca de 300 espécies (Souza & Lorenzi, 2008). Dentre esses gêneros, *Merremia* Dennst. Ex Ende. é representado por cerca de 60 espécies, das quais 15 já foram relatadas no Brasil (Leite et al., 2005).

A espécie *Merremia tomentosa* Hallier, conhecida popularmente como velame-do-campo (Rodrigues & Carvalho, 2001), é um subarbusto pequeno, com cerca de 40-90 cm de altura, de coloração prata-esbranquiçada, com alta densidade de tricomas e caule cilíndrico ereto. Suas folhas são simples,

brevíssimo pecioladas, de base obtusa, oblonga ou oblonga-lanceoladas, de ápice agudo, bordo do limbo inteiro, penínérveas, com nervuras discretas na face ventral e salientes na dorsal, levemente rugosas, densíssima-tomentosas nas duas faces, tricomas tectores pluricelulares, de coloração prata-esbranquiçado, de filotaxia alterna (Figura 2A). Possui flores solitárias, axilares, vistosas, curtopedunculadas, pentâmeras, actinomorfas, diclamídeas, metaclamídeas, andróginas bráctea reduzida, com protuberâncias; em cada protuberância há tricomas estelares; cálice dialissépalo, pentâmero, de prefloração imbricada, sépalas pequenas (Centofante, 2008) (Figura 2B).

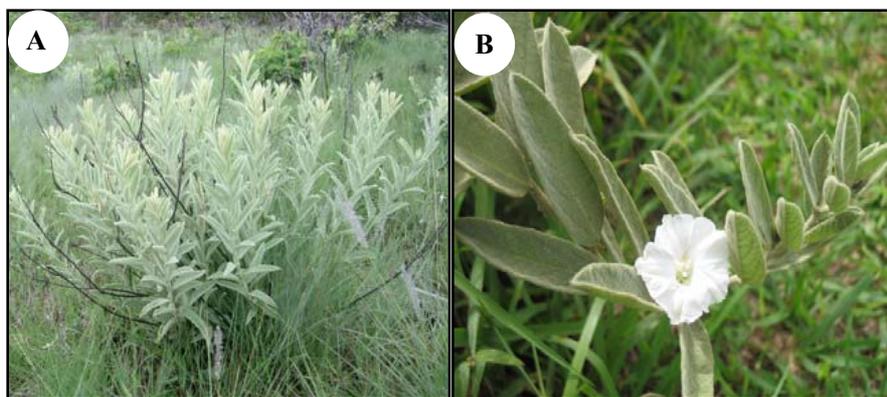


FIGURA 2 *Merremia tomentosa* **A:** Arbusto com 80 cm de altura; **B:** detalhe da flor de *M. tomentosa*. Fonte: Centofante, 2008.

No levantamento etnofarmacobotânico realizado no bioma Cerrado, na região do Alto Rio Grande, MG, verificou-se que *M. tomentosa* é uma espécie utilizada na medicina popular como depurativo do sangue (Rodrigues & Carvalho, 2001). Recentemente, foi identificado e isolado o ácido ursólico, com alto teor de pureza, em folhas desta planta (Castro, 2008). Este composto possui propriedade antimicrobiana, hepatoprotetor, antineoplásico e anti-inflamatório (Liu, 2005; Ovesná, et al., 2006).

Com este amplo potencial medicinal, *M. tomentosa* demonstra importância sócioeconômica e ecológica, sendo necessários estudos que

proporcionem maior compreensão de sua biologia e comportamento sob diferentes condições ambientais, a fim de viabilizar sua produção.

## **2.5 Anatomia ecológica**

A base conceitual da anatomia ecológica consiste no estudo e na interpretação da constituição dos órgãos e tecidos das plantas em relação ao ambiente que as cerca e para o qual elas foram selecionadas ao longo do curso evolutivo (Scremin-Dias, 2007). Tem como objetivo identificar a influência de fatores ambientais nas características fenotípicas (Montefusco, 2005). Pode-se, em alguns casos, utilizar informações para prever a capacidade adaptativa de uma espécie a determinadas condições.

O desenvolvimento do ser vivo é determinado pelo genótipo, no entanto, esse desenvolvimento é altamente influenciado pelos fatores ambientais a que o mesmo está exposto, como comprimento do dia, qualidade e quantidade de luz, entre outros (Scremin-Dias, 2007). Os fatores ambientais podem influenciar diretamente as características morfoanatômicas e fisiológicas de um genótipo (Baas, 1973; Scremin-Dias, 2007) e esta influência pode ocorrer em um curto espaço de tempo, ocorrendo na forma fenotípica individual ou, ainda, em um tempo mais longo, agindo de forma seletiva, favorecendo espécies que estão anatomicamente adaptadas às condições do local (Montefusco, 2005). Com isso, os indivíduos que apresentam alta plasticidade fenotípica possuem vantagens em relação àqueles que são mais vulneráveis às alterações ambientais (Metcalf & Chalk, 1979). A amplitude da adaptação de determinada espécie pode ser expressa quantitativamente, como, por exemplo, a variação da espessura de folhas de indivíduos da mesma espécie submetidas a diferentes intensidades luminosas (Castro et al., 2007; Nery et al., 2007).

A abordagem da anatomia ecológica se divide em duas linhas. Uma visa utilizar características anatômicas que ocorrem em plantas de diferentes espécies

submetidas às mesmas condições ambientais e determinar qual a frequência com que estas características ocorrem, a fim de compreender a convergência adaptativa nessa comunidade. A outra estuda a morfoanatomia de indivíduos de uma mesma espécie sob condições ambientais diferentes, identificando modificações que podem levar à divergência adaptativa (Scremin-Dias, 2007).

## **2.6 Intensidade de luz**

A luz é um dos principais componentes do ambiente para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização (Atroch et al., 2001). As respostas de uma planta à luz são, em geral, denominadas fotomorfogêneses, sendo o estímulo luminoso percebido por um pigmento fotorreceptor (Taiz & Zeiger, 2004).

Modificações nos níveis de luminosidade ao qual a espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (Atroch et al., 2001).

Há íntima relação entre a intensidade luminosa a qual a planta está submetida e as características da folha (Pandey & Kushwaha, 2005), pois a anatomia foliar é altamente especializada para a absorção de luz e as características do mesofilo, principalmente as do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme da luz através da folha (Castro et al., 2007).

Para se adaptarem a regimes diferentes de luz, algumas plantas apresentam plasticidade no seu desenvolvimento, crescendo como plantas de sol ou plantas de sombra (Taiz & Zeiger, 2004). As adaptações das folhas ao sombreamento incluem modificações morfológicas e anatômicas, tais como aumento da área, diminuição da espessura e redução do número de células do mesofilo por unidade de área, entre outras características (Barreiro, 1992). De

maneira geral, folhas de sol são pequenas e grossas, com maior desenvolvimento da cutícula e têm as células paliçádicas mais longas, com um vigoroso sistema de ramos, sendo ricas em cloroplastos e com densa venação, enquanto folhas de sombra são grandes e finas, com grande superfície (Taiz & Zeiger, 2004; Larcher, 2000).

A adaptação da estrutura interna das folhas aos diferentes níveis de luz do ambiente é considerada uma plasticidade adaptativa comum a espécies que apresentam amplo potencial de aclimação (Whatley & Whatley, 1982).

A plasticidade apresentada pelas espécies sob diferentes níveis de sombreamento também pode ser avaliada por meio de características do crescimento inicial da planta, que pode refletir a habilidade de adaptação das plantas às condições de radiação do ambiente em que estão se desenvolvendo (Almeida et al., 2005). Geralmente, as características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou de intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (Scalon & Alvarenga, 2002).

A luz, dentre outros fatores do ambiente, também desempenha um papel relevante no controle dos processos associados ao acúmulo de biomassa contribuindo para o crescimento das plantas (Valio, 2001). O sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado com a eficácia e a rapidez com que os padrões de alocação de biomassa são ajustados (Lima Júnior et al., 2005).

Larcher (2000) afirma que as plantas que crescem sob forte radiação, além de apresentarem folhas mais espessas, possuem metabolismo mais ativo e, como consequência, essas plantas apresentam maior produção de massa seca, com maior conteúdo energético. Silva et al. (2006), estudando *Baccharis trimera* (Less.) DC., verificaram que a intensidade de luz causou grandes modificações na morfologia interna e externa da planta, com consequente diferença na produção de biomassa.

A síntese e a degradação de clorofilas também estão diretamente associadas à intensidade luminosa (Atroch et al., 2001). Diferenças nas condições de luminosidade podem acarretar variações nos teores de clorofila (Wathley & Wathley, 1982). Folhas de sombra, por exemplo, possuem concentração maior de clorofila (mg/g) do que as folhas de sol (Kramer & Kozlowski, 1979).

De acordo com a teoria da ação da radiação na morfogenética vegetal, plantas submetidas a maiores níveis de intensidade luminosa apresentam, geralmente, elevadas concentrações de açúcares solúveis e, como consequência, sofrem aumento da pressão osmótica, favorecendo a expansão celular (Rizzini, 1976).

## **2.7 Qualidade de luz**

As respostas das plantas não dependem apenas da intensidade de luz, mas também da variação em qualidade luminosa (Felippe, 1986). As plantas são capazes de responder à qualidade, à quantidade e à direção da luz e utilizá-la como meio de otimizar seu crescimento e desenvolvimento no ambiente (Oren-Shamir et al., 2001). Essa resposta é feita por meio de vários fotorreceptores (Maffei et al., 1999), cujos principais são os criptocromos e as fotoprinas, que absorvem a luz nas regiões do azul e do ultravioleta e os fitocromos, que absorvem a luz nas regiões do vermelho e do vermelho distante (Niemi et al., 2005). Um exemplo da ação dos fitocromos é que esses fornecem às plantas a capacidade de perceber o sombreamento por outras plantas. Nesse caso, a razão luz vermelha/vermelho-distante diminui, induzindo plantas de sombra a alocarem maior parte de seus recursos para o crescimento em altura. Tal comportamento é conhecido como “resposta de evitação de sombra” (Taiz & Zeiger, 2004).

A intensidade e a qualidade espectral da radiação desempenham papel fundamental no desenvolvimento morfológico das plantas, visando melhor eficiência do aparato fotossintético na captação e na utilização da energia radiante (Martins et al., 2009).

Como meio de alterar a qualidade espectral a que as plantas estão submetidas, malhas coloridas foram utilizadas em diversos trabalhos (Shuerger et al., 1997; Oren-Shamir et al., 2001; Shahak & Gussakovsky, 2004; Martins et al., 2009). De modo diferente das casas de vegetação, as malhas exercem menor interferência sobre o microclima da planta, porém, diferem nos espectros de transmitância da radiação fotossinteticamente ativa (Oren-Shamir et al., 2001). As malhas coloridas representam um novo conceito agrotecnológico, que visa combinar proteção física com a seleção diferencial da radiação solar para promover respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz (Shahak & Gussakovsky, 2004).

As malhas coloridas Chromatinet da empresa Polysac Plastic Industries<sup>®</sup> são unidas mais densamente para atingir o efeito de 50% sombreamento e alterar o espectro de luz por elas transmitida. A malha azul transmite luz de uma banda larga em 470 nm (azul), além de outros picos na região do vermelho distante e infravermelho (750 nm), enquanto a malha vermelha possui maior transmitância em comprimentos de ondas acima de 590 nm (vermelho e vermelho distante) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas.

Segundo Schuerger et al. (1997), a qualidade espectral pode afetar estruturas das folhas, parecendo exercer maiores efeitos durante a expansão foliar, fazendo com que as plantas exibam alto grau de plasticidade fisiológica e anatômica para mudanças na qualidade de luz. Pesquisas realizadas por Oren-Shamir (2001) e Shahak & Gussakovsky (2004) revelaram que plantas crescidas

sob malhas vermelhas apresentaram maior comprimento das ramificações e, sob malhas azuis, apresentaram menor tamanho em relação à malha preta (neutra).

A luz azul é importante na síntese de clorofila e de outros pigmentos, enzimas e desenvolvimento de cloroplastídeos, enquanto a luz vermelha estimula o crescimento e a floração (Schuerger et al., 1997).

As respostas das plantas às alterações na qualidade da luz são variáveis, sendo necessário o conhecimento de quais porções do espectro estão envolvidas nas respostas de cada planta (McMahon & Kelly, 1995), principalmente sobre a anatomia foliar de espécies que apresentam importância medicinal (Martins et al., 2009).

### 3 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, jan./fev. 2005.

ATROCH, E. 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 as diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, jul./ago. 2001.

BARREIRO, R. Regulation of the photosynthetic capacity of priary bean leaveas by the red : far red ratio and phototosynthetic photon flux density of incident light. **Physology Plantarum**, Copenhagen, v. 85, n. 1, p. 97-101, May 1992.

BAAS, P. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliacea) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Amsterdam, v. 21, p.193-258. 1973.

BERG, M. E. van den. **Plantas medicinais na Amazônia** : contribuição ao seu conhecimento sistemático. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993. 206 p.

BRAGGIO, M. M. Plantas medicinais – noções básicas e aplicações na agropecuária. **Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 45-46, jan./dez. 2003.

CALIXTO, J. B. **Plantas medicinais sob a ótica da química moderna**. Chapecó: Argos, 2001. 77 p.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C. V.; JÚNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 8-16, 2007.

CASTRO, S. B. R. **Atividade de produtos vegetais contra bactérias patogênicas para peixes**. 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CENTOFANTE, A. R. **Descrição morfo-anatômica e germinação de *Merremia tomentosa* (Choisy) Hall**. 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL. **Hotspots**. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/como/index.php?id=8>> Acesso em: 25 jan. 2009.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado : caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Universidade de Brasília, 1994. p. 23-31.

FELIPPE, G. M. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1986. 401 p.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Biodiversidade : aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia : da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 2007. 1104 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE.  
**Guidelines on the conservation of medicinal plants.** Gland, Switzerland:  
WHO/WWF, 1993.60 p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.;  
DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal** : um enfoque filogenético. Tradução  
de André Olmos Simões; Rodrigo B. Singer; Rosana Farias Singer; Tatiana  
Teixeira de Souza Chies. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p. Título original:  
**Plant systematics** : a phylogenetic approach.

KAPLAN, M. A. C.; FIGUEIREDO, M. R.; GOTTLIEB, O. R. Chemical  
diversity of plants from Brazilian cerrados. **Anais da Academia Brasileira de  
Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 50-55, 1994. Supplement 1, parte I.

KRAMER, T.; KOSLOWSKI, T. T. **Physiology of woody plants.** New York:  
Academic, 1979. 811 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMA Artes e Textos, 2000.  
531 p.

LEITE, K. R. B.; SIMÃO-BIANCHINI, R.; SANTOS, F. A. R. Morfologia  
polínica de espécies do gênero *Merremia* Dennst. (Convolvulaceae) ocorrentes  
no estado da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 2, p.  
313-321, abr./jun. 2005.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.;  
OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de  
plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de  
sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092 – 1097, set./out.  
2005.

LIU, J. Oleanolic acid and ursolic acid : research perspectives. **Journal Ethno-  
Pharmacology**, Amsterdam, v. 100, n. 1/2, p. 92-94, Aug. 2005.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E.  
F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, E. M.  
**Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro.** Brasília: Conservação  
Internacional Brasil, 2004. 26 p. Relatório Técnico.

MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; CASTRO, A. A. J. F.; NOGUEIRA, C. C.; RAMOS NETO, M. B. Caracterização da fauna e flora do cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 32-51.

MAFFEI, M.; CANOVA, D.; BERTEA, C. M.; SCANNERINI, S. UV-A effects on photomorphogenesis and essential oil composition in *Mentha piperita*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, Lausanne, v. 52, n. 1/3, p. 105-110, Oct. 1999.

MARQUES, L. C. *Hypericum* e kava-kava : aspectos farmacológicos e terapêuticos. **Revista Racine**, São Paulo, v. 51, p. 56-60, 1999.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 82-87, jan./fev.2009.

MCMAHON, M. J.; KELLY, J. W. Anatomy and pigments of chrysanthemum leaves developed under spectrally selective filters. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 203-209, Nov. 1995.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado, ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-556.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2. ed. Oxford: Clarendon, 1979, v. 2, 308 p.

MONTEFUSO, A. R. G. **Anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (MART.) COVILLE (LEGUMINOSAE), barbatimão, no Parque Estadual do Cerrado – JAGUARIAÍVA-PR**. 2005. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

NADEEM, M.; PALNI, L. M. S.; PUROHIT, A. N.; PANDEI, H.; NANDI, S. K. Propagation and conservation of *Podophyllum hexandrum* Royle : na important medicinal herb. **Biological Conservation**, Oxford, v. 92, n. 1, p. 121-129, Jan. 2000.

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M. C.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 129-131, jul. 2007. Suplemento 2.

NIEME, K.; JULKUNEN, T. R.; TEGELBERG, R.; HAGGMAN, H. Light sources with different spectra affect root and mycorrhiza formation in Scot pine *in vitro*. **Tree Physiology**, Victoria, v. 25, n. 1, p. 123-128, Aug. 2005.

OREM-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*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, May 2001.

OVESNÁ, Z.; KOZICS, K.; SLAMENŇOVÁ, D. Protective effects of ursolic acid and oleanolic acid in leukemic cells. **Mutation Research Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, Amsterdam, v. 600, n. 1/2, p. 131-137, Aug. 2006.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 85-90, Mar. 2005.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, London, v. 80, n. 3, p. 223-230, Sept. 1997.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado : ambiente e flora**. Platina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil** : aspectos ecológicos. São Paulo: HUCITEC, 1976. 327 p.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, jan./fev. 2001.

RUFINI, A. L. **Volúmetria, peso de matéria seca, teor de tanino e cortiça para o Cerrado sensu stricto em Minas Gerais**. 2008. 264 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Floresta) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p.1-5, 2002.

SCHUERGER, A. C.; BROWN, C.; STYJEWSKI, E. C. Anatomical features of piper plants (*Capsicum annuum* L.) growth under red light emitting diodes supplemented with blue or far-red light. **Annals of Botany**, London, v. 79, n. 3, p. 273-282, Mar. 1997.

SCREMIN-DIAS, E. Anatomia ecológica de espécies nativas: relação entre o ambiente e a estrutura é casual ou adaptativa? In: BARBOSA, L. M.; SANTOS-JÚNIOR, N. A. (Org.). **A botânica no Brasil** : pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais. São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 382-388.

SHAHAK, Y; GUSSAKOVSKY, E. E. Color nets : crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 659, p. 143-151, 2004.

SILVA, F. G.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. G.; NASCIMENTO, E. A.; NELSON, D. L.; SALES, J. F.; MOL, D. J. S. Influence of radiation level on plant growth, yield and quality of essential oil in [*Baccharis trimera* (Less.) D. C.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 52-57, jan./fev. 2006.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American cerrado : a tropical savanna Hotspot. **BioScience**, Washington, v. 52, n. 3, p. 225-233, Mar. 2002.

SILVA, S. R.; BUITRÓN, X.; OLIVEIRA, L. H.; MARTINS, M. V. M. **Plantas medicinais do Brasil** : aspectos gerais sobre legislação e comércio. Quito: TRAFFIC América do Sul, 2001. 63 p.

SIMÕES, C. M. O.; MENTZ, L. A.; SCHENKEL, E. P.; IRGANG, B. E.; STERHMANN, J. R. **Plantas da medicina popular no Rio Grande do Sul**. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS. 1998. 173 p.

SIQUEIRA, A. S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Caracterização florística da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Carneiro, Lagamar, MG, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 3-16, set./dez. 2006.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática** : guia ilustrado para identificação das famílias angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Plantarium, 2008. 704 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VALIO, I. F. M. Effects of shading and removal of plant parts on growth of *Trema micrantha* seedlings. **Tree Physiology**, Victoria, v. 21, n. 1, p. 65-70, Jan. 2001.

VIEIRA, R. F.; MARTINS, M. V. M. Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado : uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 13-36, 2000.

WHATLEY, F. H.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. Tradução de Gil Martins Felipe. São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p. (Temas de biologia, 30).

**CAPÍTULO 2 – Crescimento e anatomia ecológica da folha de *Merremia tomentosa* Hallier em resposta à intensidade de luz**

## Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes intensidades de luz sobre o crescimento e a anatomia de *Merremia tomentosa*, visando fornecer subsídios para o cultivo e seu melhor aproveitamento farmacológico, preservando-a em seu hábitat natural. As plantas foram cultivadas em sombreamentos de 0% (pleno sol), 30% e 70% de redução da radiação incidente e, após quatro meses, foram avaliados biomassa, altura da parte aérea, número de folhas, comprimento, largura e relação comprimento/largura das folhas do 4º nó e características anatômicas em secções transversais realizadas na região mediana das folhas. Plantas submetidas a 70% de sombreamento apresentaram maior altura e suas folhas foram maiores. Maior biomassa foi observada em plantas a pleno sol. Em relação às características anatômicas, plantas a pleno sol apresentaram maiores médias para todos os tecidos analisados, sendo a redução nos mesmos proporcional ao aumento do sombreamento. Por esses resultados, constata-se que plantas de *M. tomentosa* apresentaram plasticidade morfoanatômica em relação aos diferentes níveis de luminosidade estudados, com resultado dentro do esperado.

Palavras-chave: Velame-do-campo, sombreamento, anatomia foliar.

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the effects of different light intensities on the growth and anatomy of *M. tomentosa* seeking to supply subsidies for the cultivation and its best pharmacological use, preserving it in its natural habitat. The plants were cultivated on the shading of 0% or full sun, 30% and 70% of reduction of the incident radiation and after four months they were appraised the biomass, height of the stem, number of leaves, length, width and the relationship length/width of the leaves and anatomical characteristics in traverse curs accomplished in the medium area of the leaves. Plants submitted to 70% of shading presented larger height, and their leaves were larger. Larger biomass was observed in plants to full sun. In relation to the anatomical characteristics, plants to full sun presented larger averages for all the analyzed tissues, being the reduction in the same ones proportional with the increase of the shading. Those results demonstrated that plants of *M. tomentosa* presented morphologic and anatomical plasticity in relation in the different levels of studied light.

Key-words: “Velame-do-campo”, shading, leaf anatomy.

## 1 Introdução

O Cerrado se destaca, mundialmente, pelo seu alto grau de biodiversidade e ocorrência de espécies endêmicas, situação que resulta do mosaico de habitats característico das regiões abrangidas por esse bioma (Le Bourlegat, 2003). A necessidade de se conhecer o Cerrado torna-se cada vez mais importante, devido à intensa antropização a que está sujeito (Siqueira et al., 2006). Grande parte do Cerrado não possui mais a cobertura original, sendo, atualmente, ocupado por paisagens modificadas (Silva et al., 2002).

Rodrigues & Carvalho (2001) realizaram um levantamento etnofarmacobotânico no domínio Cerrado na região do Alto Rio Grande (MG), buscando informações das espécies nativas e colonizadoras ali utilizadas na medicina popular. Os autores relatam que, apesar do considerável potencial, há várias espécies que ainda não foram submetidas a qualquer estudo com objetivo de conhecer seus princípios ativos, a fim de aproveitar suas qualidades. Uma das espécies encontradas neste levantamento foi *Merremia tomentosa* Hallier, planta medicinal nativa dos cerrados e campos rupestres, pertencente à família Convolvulaceae, conhecida popularmente como velame-do-campo. Esta espécie é utilizada na medicina popular como depurativo do sangue, na forma de infusão de seus ramos contendo folhas e flores (Rodrigues & Carvalho, 2001) e é promissora por sua atividade antimicrobiana, devido à presença do ácido ursólico (Castro, 2008).

Estudos com espécies de uso medicinal têm evidenciado plasticidade fisiológica e anatômica sob diferentes condições ambientais (Atroch et al., 2001, Castro et al., 2007; Pinto et al., 2007). A influência da luz sobre o crescimento, o desenvolvimento e a anatomia das plantas pode ser avaliada de acordo com a intensidade, a qualidade e a duração da radiação às quais estejam submetidas. A anatomia foliar pode ter muita influência sobre a fotossíntese líquida, causando

grandes diferenças na eficiência do uso da luz (Bolhar-Nordenkampf & Draxler, 1993).

A luz, dentre outros fatores do ambiente, desempenha papel relevante no controle dos processos associados ao acúmulo de biomassa, contribuindo de forma inequívoca para o crescimento das plantas (Valio, 2001). Maior ou menor plasticidade adaptativa das espécies às diferentes condições de radiação solar dependem do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo a garantir maior eficiência na conversão da energia radiante em carboidratos e, conseqüentemente, maior crescimento (Vilela & Ravetta, 2000).

Estudos recentes (Santos Júnior, 2007; Castro, 2008) buscam isolar compostos das folhas de *M. Tomentosa*, com vistas a contribuir para o melhor entendimento das propriedades farmacológicas dessa planta. Porém, trabalhos ecológicos e anatômicos sobre esta espécie são escassos, sendo, portanto, necessário intensificar esses estudos em diferentes ambientes. Com isso, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da variação da intensidade luminosa sobre características morfoanatômicas de *M. tomentosa*, tornando possível, assim, verificar a melhor condição para o cultivo desta espécie.

## **2 Materiais e Métodos**

### **2.1 Instalação do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situado em Lavras, MG, no período de abril a outubro de 2008. O município de Lavras está localizado na região sul de Minas Gerais, a 918m de altitude, latitude 21°14'S e longitude 45°00'W GRW. O clima, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical e inverno seco (Dantas et al., 2007).

## **2.2 Obtenção do material vegetal**

As mudas foram formadas a partir de sementes provenientes de plantas adultas de *M. tomentosa* coletadas na Serra do Macaia, microrregião do Alto Rio Grande, município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais. Os frutos coletados foram levados ao Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento de Plantas, no Departamento de Biologia (DBI) da UFLA, onde as sementes foram retiradas dos frutos manualmente e colocadas para germinar em tubetes contendo substrato comercial Plantmax®, sendo mantidas à temperatura ambiente, em viveiro, sob 50% de sombreamento. Após o estabelecimento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 1,5L, onde permaneceram, por um período de dois meses (abril e maio), sob as mesmas condições anteriores, quando foram submetidas aos tratamentos. O substrato utilizado foi uma mistura de 50% terra de subsolo, 30% de esterco bovino e 20% de areia.

## **2.3 Ambiente de cultivo**

As mudas de *M. tomentosa* foram divididas em 3 grupos de 20 plantas e submetidas aos tratamentos de sombreamento 0% (pleno sol), 30% e 70% de redução da radiação incidente. Os níveis de 30% e 70% foram obtidos com a utilização de malhas pretas de náilon, tipo sombrite, onde permaneceram por um período de quatro meses, de junho a outubro de 2008.

## **2.4 Condições climatológicas durante a condução do experimento**

Os dados referentes às temperaturas máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa média mensal, durante o período de condução do experimento, foram coletados na estação climatológica da UFLA e encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Dados acumulados da média da temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação pluviométrica total (mm), média da insolação diária (horas) e média da umidade relativa do ar (%) registrados durante o período de abril de 2008 a outubro de 2008.

Mês/Ano	Temperatura °C			Precipitação (mm)	Média da insolação diária (horas)	Umidade relativa (%)
	Máx	Mín	Média			
abril	27,8	17,1	20,9	110,6	6,2	80
maio	25,4	12,6	17,8	2,8	6,9	77
junho	25,0	12,8	17,6	14,4	6,8	76
julho	25,4	9,9	17,8	0,0	8,7	62
agosto	28,1	13,0	17,6	13,9	8,0	63
setembro	28,0	13,2	19,4	87,6	7,9	62
outubro	28,9	17,2	22,0	106,7	5,6	70

\*Dados coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras.

## 2.5 Análises de crescimento

As análises de crescimento foram realizadas em oito plantas por tratamento, após 120 dias de experimento. As características determinadas foram: altura da parte aérea (colo ao ápice da planta); número de folhas; comprimento e largura das folhas do 4º nó, ambos mensurados com auxílio de régua milimetrada; diâmetro do caule (a 1 cm do solo) que foi medido com paquímetro com precisão de 0,01 mm e biomassa seca dos seguintes órgãos: folhas, caules e raízes, medida separadamente. A biomassa seca foi obtida após secagem do material em liofilizador, até atingir peso constante e, então, pesada em balança de precisão.

## 2.6 Análises anatômicas

### 2.6.1 Microscopia de Luz

Após 120 dias de tratamento, folhas completamente expandidas do 3º nó foram coletadas e fixadas em F.A.A<sub>70</sub> por 72 horas e, posteriormente, conservadas em álcool etílico 70 GL (Johansen, 1940).

As medições em secções transversais da epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico superior, parênquima esponjoso, parênquima paliçádico inferior e epiderme da face abaxial foram realizadas a partir de cortes obtidos na região mediana de quatro folhas, de plantas diferentes, por tratamento, em micrótomo de mesa, submetidos à clarificação em solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 15 minutos. Em seguida, foram lavadas em água destilada também por 15 minutos. Para coloração, as secções permaneceram por cinco segundos em solução de safra-blau, safranina (5%) e azul de astra (95%). Em seguida, foram lavadas em água destilada por um minuto e montadas em glicerina 50% (Kraus & Arduin, 1997).

As medições da espessura dos tecidos foram realizadas por meio do software de medição Sigma Scan Pro 5.0, utilizando-se fotomicrografias registradas em câmera digital Canon PowerShot A630 acoplada ao microscópio Ken-a-Vision TT18. Foram realizadas 24 medições por tratamento, tendo, para cada uma das quatro folhas seccionadas, sido realizadas seis medições em fotomicrografias de campos diferentes.

### **2.6.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

A preparação e a observação das amostras em microscópio eletrônico de varredura foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica e UltraEstrutura no Departamento de Fitopatologia da UFLA. Foram coletadas folhas do 3º nó de *M. tomentosa*, obtidas na serra do Macaia, em Lavras, MG. As folhas foram seccionadas em pedaços de 0,5 cm<sup>2</sup> e imersas em solução fixativa (Karnovisk's modificado), pH 7,2, por um período de 24 horas. Em seguida, foram transferidas para líquido crioprotetor (glicerol 30%), por 30 minutos. Neste ponto, algumas folhas foram preparadas em nitrogênio líquido e seccionadas transversalmente (criofratura) para observação do interior do limbo foliar. Todas as amostras foram colocadas em solução de tetróxido de ósmio 1%

em água, por 1 hora e, subsequentemente, desidratadas em série de acetona (30%, 50%, 70%, 90% e 100%, por três vezes) e, então, levadas para o aparelho de ponto crítico. As amostras pós-fixadas foram montadas em *stubs* e deixadas em câmara seca, por 24 horas. Em seguida, elas foram cobertas com ouro e levadas ao microscópio eletrônico de varredura (Leo Evo 40) para análises e documentação fotográfica.

### **2.7 Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para as análises morfométricas, foram avaliadas sete repetições por tratamento e, para a análise de biomassa seca, foram avaliadas oito repetições, sendo considerada uma repetição uma planta de *M. tomentosa*. Para as análises anatômicas foram avaliados seis campos em quatro folhas, por tratamento, totalizando 24 repetições por tratamento, sendo cada fotomicrografia considerada uma repetição. Foi realizada uma análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

## **3 Resultados e Discussão**

### **3.1 Análises de crescimento**

Nas análises de crescimento nota-se que a intensidade luminosa interferiu no padrão de desenvolvimento das plantas de *M. tomentosa*. Por meio dos dados morfométricos (Tabela 2), observou-se que as plantas submetidas a 70% de sombreamento alcançaram maior altura em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. Esse aumento na altura pode ser um mecanismo de “evitação de sombra”, desempenhado pelo fitocromo, que detecta a mudança na razão vermelho/vermelho distante, que diminui com o aumento do

sombreamento (Taiz & Zeiger, 2004; Smith, 1995), levando a planta a investir no alongamento do caule na tentativa de ficar exposta a maior luminosidade.

TABELA 2 Dados de altura, comprimento, largura, relação comprimento/largura e número de folhas de *M. tomentosa* submetida a diferentes intensidades luminosas.

Ambiente de cultivo	Média das variáveis analisadas					
	Altura (cm)	Folha - 4º nó			Ø caule (mm)	Nº folhas
		Comp (cm)	Larg (cm)	Comp/Larg (cm)		
Pleno sol	15,86 b	4,21 c	1,07 b	3,99 a	1,74 a	27,86 a
Preto 30%	16,91 b	5,07 b	1,36 a	3,76 a	1,64 a	27,00 a
Preto 70%	21,91 a	6,13 a	1,44 a	4,31 a	1,30 b	33,14 a
CV	21,97	12,84	14,01	14,74	16,63	14,56

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

Resultados semelhantes, em plantas submetidas à maior sombreamento obtiveram maior altura, foram encontrados por Silva et al. (2006) e Felfili et al. (1999), trabalhando, respectivamente, com *Braccharis trimera* (Less.) DC. e *Sclerolobium paniculatum* Vogel. var. *rubiginosum* (Mart. Ex Tul.) Benth.

As folhas de plantas cultivadas a pleno sol foram menores (menor comprimento e largura), quando comparadas com folhas sob 70% de sombreamento. O comprimento das folhas diferiu nos três ambientes de cultivo. Em relação à largura, as folhas que estavam sob 30% e 70% de sombreamento não diferiram, sendo essas mais largas, quando comparadas às plantas a pleno sol. A intensidade luminosa não interferiu na relação comprimento/largura, demonstrando que a folha de *M. tomentosa* se expandiu de maneira proporcional, independente do ambiente de cultivo.

Segundo Larcher (2000), plantas adaptadas a radiações fracas produzem internós longos e folhas delgadas, com grande superfície, podendo, assim, sobreviver em lugares com pouca radiação disponível.

As folhas a pleno sol apresentaram-se menores, o que é um mecanismo fisiológico de sobrevivência, pois, menos material vegetal é exposto a eventuais danos causados pelo excesso de luz (Claussen, 1996). Folhas menores reduzem a camada adjacente entre atmosfera e folha, permitindo maior perda de calor por convecção para o ambiente, sendo necessário menor transpiração para resfriar a folha (Poorter, 1999).

Foi observado maior diâmetro do caule em plantas cultivadas a pleno sol e sob 30% de sombreamento; plantas sob 70% de sombreamento tiveram seu diâmetro reduzido. Este fato pode ter ocorrido pelo maior investimento no alongamento do caule e na expansão da lâmina foliar, na tentativa de evitar o sombreamento e aproveitar melhor a radiação incidente. Segundo Pinto et al. (2007), o sombreamento proporciona alongamento celular e estiolamento, sendo este caracterizado pelo crescimento do caule, geralmente alongado e com coloração amarela ou branca das folhas, em razão da deficiência de clorofila (Hartmann & Kester, 1990).

O número de folhas não diferiu em relação à intensidade luminosa, sugerindo que esta atua, principalmente, na plasticidade morfológica das folhas, exercendo pouca ou nenhuma influência no número final das mesmas.

Os resultados de biomassa seca demonstraram que o ambiente de cultivo exerceu efeito significativo nas plantas de *M. tomentosa*. Plantas cultivadas a pleno sol apresentaram maior alocação de biomassa seca total, foliar, caulinar e radicular. A maior razão entre a matéria seca da raiz/parte aérea foi encontrada no ambiente a 30 % de sombreamento (Figura 1).

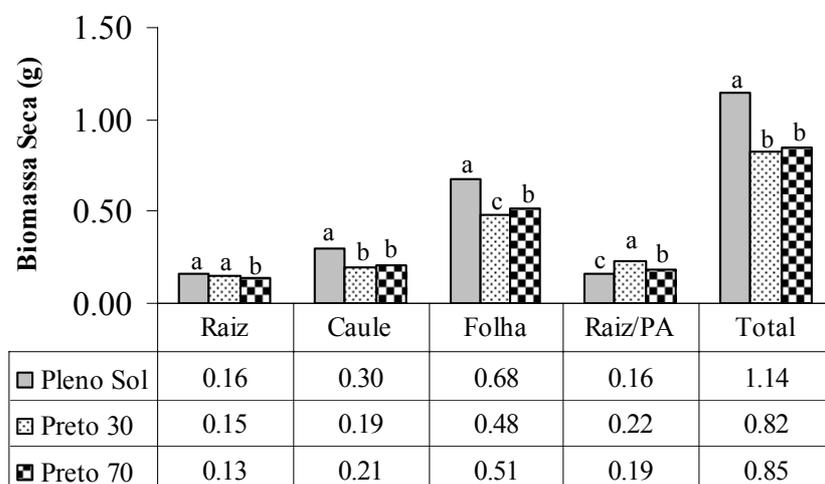


FIGURA 1 Biomassa seca de raiz (Raiz), biomassa seca de caule (Caule), biomassa seca de folha (Folha), biomassa seca raiz/parte aérea (Raiz/PA) e biomassa seca total (Total) de plantas jovens de *M. tomentosa*, submetidas a diferentes níveis de intensidade luminosa.

\*Médias seguidas pela mesma letra para cada variável não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Vários estudos demonstraram que a alocação de biomassa em plantas varia de acordo com a espécie, em função do sombreamento. Trabalhos com plantas da família Lamiaceae (Castrillo et al., 2005) apresentaram maior produção de massa seca a pleno sol, como encontrado neste trabalho. Por outro lado, as espécies *Muntingia calabura* L. (Castro et al., 1996), *Bauhinia forficata* Link (Atroch et al., 2001) e *Aloysia gratissima* [Gillies & Hook.] Tronc. (Pinto et al., 2007) desenvolveram-se melhor sob o sombreamento parcial.

Segundo Pinto et al. (2007), em altas intensidades luminosas ocorre incremento da taxa fotossintética, acarretando aumento da produção de carboidratos e, conseqüentemente, do teor de massa seca, fato observado em *M. tomentosa*, subarbusto que ocorre naturalmente em regiões abertas, como cerrado rupestre, adaptada à radiação intensa. Segundo Lopes et al. (1986), a redução da radiação pode, muitas vezes, ficar abaixo do ponto de saturação

luminosa, reduzindo o processo fotossintético e, conseqüentemente, a produção de biomassa seca.

Quando sob alta quantidade de luz, as espécies tendem a restringir a transpiração e a aumentar a capacidade fotossintética, resultando em folhas menores e mais grossas, com maior razão raiz/parte aérea (R/PA) (Lee et al. 1996). Em *M. tomentosa*, observou-se que plantas cultivadas a pleno sol apresentaram folhas menores (Tabela 2) e mais grossas (Tabela 3), porém, a razão R/PA foi baixa, sugerindo que, sob pleno sol, as plantas investiram em estruturas foliares e caulinares como mecanismo de dissiparem melhor o calor, o que resultou em alta biomassa da parte aérea e menor razão R/PA. O fato de plantas cultivadas sob 30% de sombreamento possuírem maior razão R/PA pode estar relacionado com a menor necessidade dessas em investimento em estruturas foliares que evitem a fotoinibição.

### **3.2 Análises de microscopia de luz e varredura**

Em secção transversal de microscopia eletrônica de varredura (MEV), as folhas de *M. tomentosa* apresentam organização isobilateral, a epiderme é unisseriada, sendo as células epidérmicas da face adaxial maiores que as células epidérmicas da face abaxial. O parênquima paliçádico superior varia de duas a três camadas de células e o parênquima esponjoso é formado por células arranjadas frouxamente em uma distribuição irregular, variando entre duas e três camadas de células; o parênquima paliçádico inferior possui uma camada de células menos justapostas que as células do parênquima paliçádico superior. Foi possível observar, em imagens paradérmicas de MEV, a presença de tricomas tectores pluricelulares estrelados e tricomas glandulares como anexos epidérmicos de ambas as faces (Figura 2).

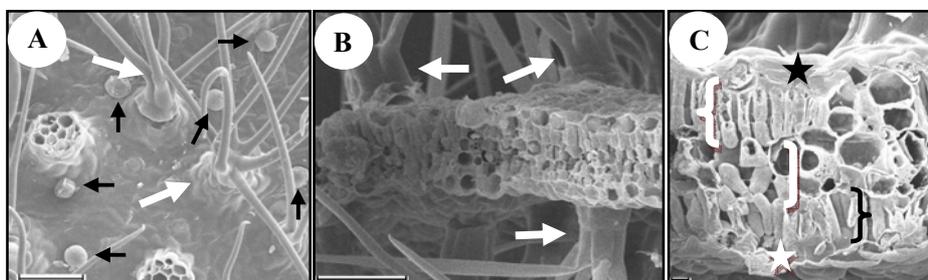


FIGURA 2 A- Eletromicrografia de varredura (MEV) mostrando tricomas tectores e glandulares na superfície da face abaxial de *M. tomentosa*. B e C- eletromicrografia de secções transversais das folhas de *M. tomentosa*. Seta preta = tricomas glandulares; seta vermelha = tricomas tectores; estrala preta = epiderme da face adaxial; estrela branca = epiderme da face abaxial; chave branca = parênquima paliçádico superior, chave preta = parênquima paliçádico inferior e parênteses = parênquima esponjoso. Barra A e B = 100  $\mu\text{m}$  e C = 10  $\mu\text{m}$ .

A anatomia foliar observada demonstrou que o sombreamento afetou de maneira significativa todos os tecidos analisados, tendo as plantas cultivadas a pleno sol apresentado as maiores médias para todas as variáveis analisadas (Tabela 3) (Figura 3).

TABELA 3 Espessura ( $\mu\text{m}$ ) da epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico superior, parênquima esponjoso, parênquima paliçádico inferior, epiderme da face abaxial, mesofilo e limbo foliar de folhas do 3° nó de plantas de *M. tomentosa* submetidas a diferentes níveis de intensidade luminisidade.

<b>Ambiente de cultivo</b>	<b>Epiderme adaxial</b>	<b>Parênquima paliçádico superior</b>	<b>Parênquima esponjoso</b>	<b>Parênquima paliçádico inferior</b>	<b>Epiderme abaxial</b>	<b>Mesofilo</b>	<b>Limbo foliar</b>
<b>Pleno Sol</b>	22,39 a	58,17 a	49,98 a	48,96 a	19,57 a	157,04 a	199,07 a
<b>30 % de sombreamento</b>	17,43 b	40,90 b	35,17 b	26,97 b	14,75 b	105,04 b	137,22 b
<b>70 % de sombreamento</b>	16,75 b	33,92 c	26,94 c	15,64 c	13,92 b	76,50 c	107,17 c
<b>C.V.</b>	18,08	18,05	25,41	23,08	18,14	16,46	14,16

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

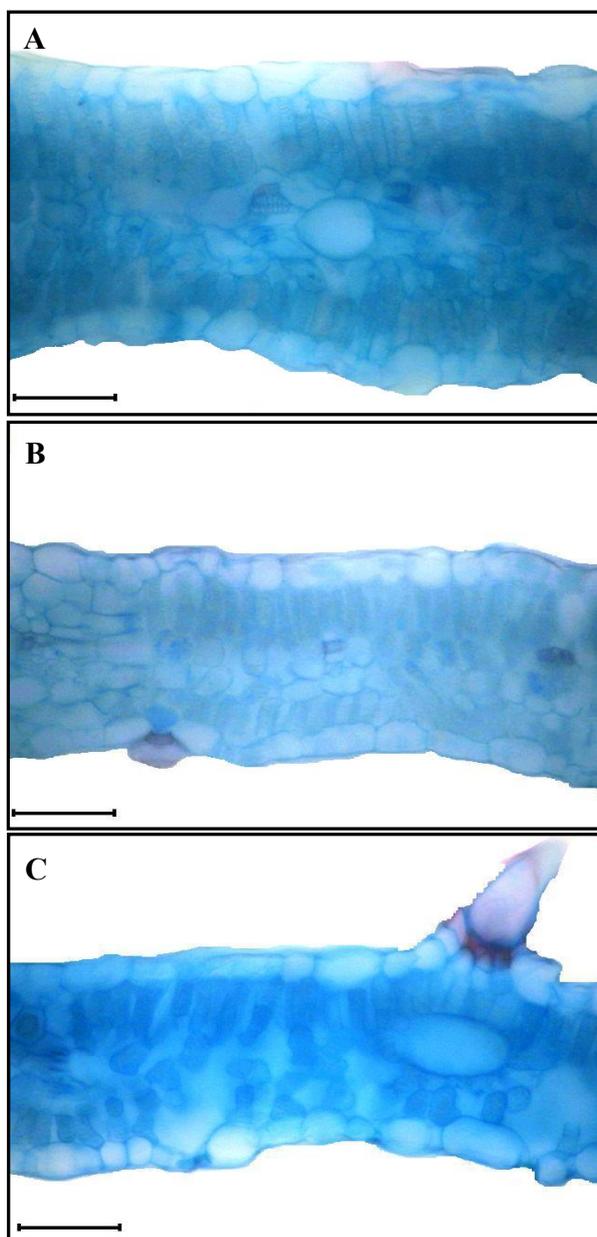


FIGURA 3 Secções transversais das folhas de *M. tomentosa* submetidas às diferentes intensidades luminosas. A - pleno sol, B - preto 30 e C - preto 70. Barra = 50  $\mu\text{m}$ .

A epiderme das faces adaxial e abaxial das folhas de plantas de *M. tomentosa* cultivadas a pleno sol apresentou-se mais espessa em relação aos tratamentos sob 30% e 70% de sombreamento, que não diferiram entre si. Células epidérmicas mais altas, contribuindo para a maior espessura da epiderme, auxiliam a refletir o excesso de luz incidente em folhas de sol (Cao, 2000). Segundo Lee et al. (2000), plantas mantidas sob maior irradiância apresentam a epiderme de uma ou de ambas as superfícies mais espessas. Folhas expostas ao excesso de luz precisam dissipar o excedente de energia luminosa absorvida, de modo que esse excesso não prejudique o aparato fotossintético (Taiz & Zeiger, 2004). Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Castro et al. (2007) e Lima Júnior et al. (2006), trabalhando, respectivamente, com *Mikania glomerata* Spreng. e *Cupania vernalis* Cambess.

Em relação aos parênquimas paliçádicos, pode-se observar redução de 42% no comprimento das células do parênquima paliçádico superior e de 68% no inferior, nas plantas sob 70% de sombreamento em relação às plantas a pleno sol (Tabela 3). A folha possui anatomia altamente especializada para a absorção de luz. As propriedades do mesofilo, sobremaneira do parênquima paliçádico, garantem a otimização dessa absorção (Castro et al., 2007). Células paliçádicas mais alongadas constituem um padrão clássico de resposta e de adaptação das plantas à alta intensidade luminosa (Lee et al., 2000).

Foi possível observar o aumento dos espaços intercelulares com o aumento do sombreamento (Figura 3). Segundo Spurr & Barnes (1980), além de as folhas de sombra serem mais delgadas que as de sol, elas possuem epiderme mais fina e com maior proporção de espaços intercelulares. Os espaços de ar são geradores de muitas interfaces entre ar e água, que refletem e refratam a luz, o que torna aleatória a sua direção de movimento. Este fato é especialmente importante em folhas, pois as reflexões múltiplas entre interfaces célula-ar

aumentam a probabilidade de absorção do fóton por aumentar sua trajetória (Taiz & Zeiger, 2004).

O parênquima esponjoso seguiu o mesmo padrão dos demais tecidos, reduzindo-se com o aumento do sombreamento (Figura 3). O mesofilo reduziu em 62% e o limbo foliar em 46%, nas plantas sob 70% de sombreamento, quando comparadas com plantas a pleno sol (Tabela 3).

No presente trabalho, observou-se aumento proporcional na espessura dos tecidos em resposta à maior exposição à luz. Morais et al. (2004) atribuíram as alterações observadas em folhas de cafeeiros expostas a diferentes níveis de radiação às variações nas concentrações de reguladores de crescimento, especialmente da auxina, hormônio que tem como uma das suas funções a promover o a distensão celular. Sendo a auxina um hormônio fotossensível, em folhas sob alta intensidade luminosa, suas moléculas se concentram em regiões menos iluminadas, como na região central do mesofilo (Medri & Lleras, 1980). Inferiu-se que esta distribuição diferencial de auxinas pode ser uma das causas prováveis das diferenças estruturais observadas entre folhas sob pleno sol e sombreadas, promovendo a distensão celular no mesofilo de folhas a pleno sol, ocasionando maiores espessuras dos parênquimas paliçádicos, tanto superior quanto inferior, além do parênquima esponjoso. Resultados semelhantes, com redução na espessura dos tecidos com o aumento do sombreamento, foram encontrados por Pandey & Kushwaha (2005), Lima Júnior et al. (2006) e Castro et al. (2007), trabalhando, respectivamente, com *Valeriana jatamansi* Jones., *Cupania vernalis* Cambess. e *Mikania glomerata* Spreng.

Folhas de sombra são mais finas que as de sol, devido ao consumo de assimilados para a expansão da área foliar (Sert, 1992), modificação importante para a maior captação de luz em ambientes sombreados. Segundo Pinto et al. (2007), maior ou menor produção de metabólitos primários e secundários influenciam a plasticidade da folha, alterando a espessura, a área e outras

características do órgão vegetal. 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; Letchamo & Gosselin, 1996).

#### 4 Conclusão

Com os dados obtidos, pode-se considerar que *Merremia tomentosa* responde às variações nas condições de sol e sombra estudadas, haja vista a plasticidade fenotípica apresentada pelas plantas às diferentes condições da intensidade de luz a que foram submetidas, indicando que a espécie pode possuir capacidade adaptativa a este fator. Plantas sob pleno sol e a 30% de sombreamento apresentaram as melhores características de crescimento, demonstrando que o sombreamento de 70% não é indicado para o cultivo desta espécie.

#### 5 Referências Bibliográficas

ATROCH, E. 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 as diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, jul./ago. 2001.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; DRAXLER, G. Funtional leaf anatomy. In: HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG, S. P. (Ed.). **Photosynthesis and production in a changing environment**. London: Chapenane Hall, 1993. p. 91-122.

CAO, K. F. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 wood species in contrasting light conditions in a Bornean Heath forest. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 78, n. 10, p. 1245-1253, Oct. 2000.

CASTRILLO, M.; VIZCAÍNO, D.; MORENO, E.; LATORRACA, Z. Specific leaf mass, fresh : dry weight ratio, sugar and protein contents i species of Lamiaceae from different light environments. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 53, n. 1/2, p. 23-28, Jan. 2005.

CASTRO, E. M.; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B. Crescimento e distribuição de massa seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 357-365, jul./set. 1996.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C. V.; JÚNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 8-16, 2007. 2007.

CASTRO, S. B. R. **Atividade de produtos vegetais contra bactérias patogênicas para peixes**. 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 80, n. 1/3, p. 245-255, Jan. 1996.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, out. 1999.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagation de plantas : principios y prácticas**. México: Continental, 1990. 760 p.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA Artes e Textos, 2000. 531 p.

LE BOURLEGAT, C. A. A fragmentação da vegetação natural e o paradigma do desenvolvimento rural. In: COSTA, R. B. (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2003. p. 1-25.

LEE, D. W.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H. ; YAP, S. K. Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. **Ecology**, Tempe, v. 77, n. 2, p. 568-580, Mar. 1996.

LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KHIRNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance e espectrs quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast aian *Hopea* (Diptenocarpeceae) species. **American Journaul of Botany**, Columbus, v. 87, n. 4, p. 447-455, Apr. 2000.

LETCHAMO, W.; GROSSELIN, A. Transpiration, essential oil gland, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 71, n. 1, p. 123-134, Jan. 1996.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 33-41, jan./fev. 2006.

LOPES, N. F.; OLIVIA, M. O.; CARDOSO, M. I.; GOMES, M. M. S.; SOUZA, V. F. Crescimento e conversão de energia solar em *Phaseolus vulgaris* submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 33, p. 142-164, 1986.

MEDRI, M.E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 463-493, jul./set. 1980.

MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CAMARONI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 863-871, Nov. 2004.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 85-90, Mar. 2005.

PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, J. C. W.; CASTRO, E. M.; BERTOLUCCI, S. K.; MELO, L. A.; DOUSSEAU, S. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 210-214, abr./jun. 2007.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient : the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 396-410, June 1999.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, jan./fev. 2001.

SANTOS JÚNIOR, H. M. **Estudos fitoquímicos das folhas de *Merremia tomentosa* (Choisy) Hall. F.(Convolvulacea) *Sabicea brasiliensis* Werner, (Rubiaceae) e *Heteroptery brysonimifolia***. 2007. 359 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SERT, M. A. **Anatomia foliar e teores de clorofila em três variedades de soja [*Glycine Max* L.) MEDRILL] e dois níveis de radiação solar**. 1992. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, F. G.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. G.; NASCIMENTO, E. A.; NELSON, D. L.; SALES, J. F.; MOL, D. J. S. Influence of radiation level on plant growth, yield and quality of essential oil in [*Baccharis trimera* (Less.) D. C.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 52-57, jan./fev. 2006.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American cerrado : a tropical savanna Hotspot. **BioScience**, Washington, v. 52, n. 3, p. 225-233, Mar. 2002.

SIQUEIRA, A. S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Caracterização florística da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Carneiro, Lagamar, MG, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 3-16, set./dez. 2006.

SMITH H. Physiological and ecological function within the phytochrome family. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 46, p. 289-315, June 1995.

SPURR, S. J.; BARNES, B.V. **Ecologia florestal**. New York: Ronald, 1980. 571 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.  
VALIO, I. F. M. Effects of shading and removal of plant parts on growth of *Trema micrantha* seedlings. **Tree Physiology**, Victoria, v. 21, n. 1, p. 65-70, Jan. 2001.

VILELA, A. E.; RAVETTA, D. A. The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of *Proposis* L. (Mimosaceae). **Journal of Arid Environments**, London, v. 44, n. 4, p. 415-423, Apr. 2000.

WHATLEY, F. H.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p. (Temas de biologia, 30).

**CAPÍTULO 3 – Efeitos da qualidade espectral no crescimento e morfoanatomia foliar de *Merremia tomentosa* Hallier**

## Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da qualidade de luz sobre o crescimento e a morfoanatomia da folha de *Merremia tomentosa*, visando fornecer subsídios para o seu cultivo. As plantas foram cultivadas sob malhas de 50% de sombreamento, nas cores preta, azul e vermelha. Após quatro meses, foram avaliados biomassa, altura da parte aérea, número de folhas, comprimento, largura e relação comprimento/largura das folhas do 4º nó. As características anatômicas foram avaliadas em secções transversais realizadas na região mediana das folhas de 3º nó. Plantas cultivadas sob a malha vermelha apresentaram as maiores médias em todas as características de crescimento analisadas. Em relação às características anatômicas, pouca plasticidade foi observada nos diferentes ambientes. Esses resultados demonstram que a qualidade da luz pode ser manipulada, a fim de obter melhores características de crescimento e anatômicas em *M. tomentosa*.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, malhas coloridas, planta medicinal.

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the effects of the light quality on the growth and anatomy of *M. tomentosa* seeking to supply subsidies for the cultivation and its best pharmacological use, preserving in natural habitat. The plants were cultivated under black mesh, blue and red, both with 50% of shading. After four months they were appraised the biomass, height of the stem, number of leaves, length, width and the relationship length/width of the leaves and anatomical characteristics in traverse curs accomplished in the medium area of the leaves. Plants cultivated under the red mesh showed the largest averages in all the growth characteristics analyzed. In relation to the characteristics little anatomical plasticity it was observed in the different environments. Those results demonstrate that the quality of the light can be manipulated in order to obtain better characteristic of growth and anatomical in *M. tomentosa*.

Key-words: Ecological anatomy, colored mesh, medicinal plant.

## 1 Introdução

O uso de plantas medicinais tem se expandido em todos os continentes. Cerca de 40% dos fármacos utilizados no mundo têm as plantas como matéria-prima (Calixto, 2001). Os biomas brasileiros possuem grande diversidade de plantas potencialmente medicinais, entre eles o Cerrado. Porém, devido à grande destruição deste bioma, várias espécies da flora brasileira e com uso potencial na medicina estão ameaçadas, como é o caso das espécies *Duguetia glabriúscula* (R. E. Fr.) RE. Fr., *Krameria tomentosa* A. St.-Hil. e *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Silva et al., 2001).

Dentre as plantas medicinais encontradas no Cerrado, o gênero *Merremia* Dennst. Ex Ende. (Convolvulaceae), que é representado por cerca de 60 espécies, sendo 15 relatadas no Brasil (Leite et al., 2005), tem sido recentemente estudado para avaliar seus compostos ativos, como é o caso das espécies *M. dissecta* (Jacq.) Hallier f. (Austin, 2007) e *M. tomentosa* Hallier. Esta última, além de ser utilizada na medicina popular como depurativo do sangue (Rodrigues & Carvalho, 2001), possui atividade antimicrobiana devido à presença do ácido ursólico em suas folhas (Castro, 2008).

Com este amplo potencial medicinal, *M. tomentosa* demonstra importância sócioeconômica e ecológica, sendo necessários estudos que visam maior compreensão de sua biologia e comportamento sob diferentes condições ambientais, a fim de maximizar sua produção.

Um meio de melhorar o rendimento de cultivos é o uso de malhas coloridas, que exercem menor interferência sobre o microclima da planta, quando comparadas às casas de vegetação, sendo capazes de modificar a qualidade da radiação solar transmitida. Nas plantas, essas malhas podem promover a redução do uso de hormônios ou, até mesmo, maximizam suas atividades devido à manipulação do espectro incidente (Oren-Shamir et al.,

2001). A alteração no espectro que chega até a planta pode alterar características morfológicas e anatômicas específicas, melhorando a eficiência do cultivo (Shahak & Gussakovsky, 2004). As plantas são capazes de responder à qualidade da luz e utilizá-la como meio de otimizar seu crescimento e desenvolvimento no ambiente (Oren-Shamir et al., 2001).

Porém, as respostas das plantas às alterações na qualidade da luz são variáveis, sendo necessário o conhecimento de quais porções do espectro estão envolvidas nas respostas de cada espécie (McMahon & Kelly, 1995), principalmente sobre a anatomia foliar de espécies que possuem importância medicinal (Martins et al., 2009).

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as respostas no crescimento e na morfoanatomia foliar de *M. tomentosa* em relação à qualidade de luz, podendo, assim, fornecer informações que indiquem a melhor faixa espectral para o cultivo desta espécie.

## **2 Materiais e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situado em Lavras, MG, no período de abril a outubro de 2008. O município de Lavras está localizado na região sul de Minas Gerais, a 918m de altitude, latitude 21°14'S e longitude 45°00'W GRW. O clima, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, com inverno seco (Dantas et al., 2007).

## **2.2 Obtenção do material vegetal**

As mudas foram formadas a partir de sementes provenientes de plantas adultas de *M. tomentosa* coletadas na serra do Macaia, microrregião do Alto Rio Grande, município de Lavras, ao sul do estado de Minas Gerais. Os frutos coletados foram levados ao Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento de Plantas, no Departamento de Biologia (DBI) da UFLA, onde as sementes foram retiradas dos frutos manualmente e colocadas para germinar em tubetes contendo substrato comercial Plantmax®, sendo mantidas à temperatura ambiente, em viveiro, sob 50% de sombreamento. Após o estabelecimento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 1,5L, onde permaneceram por um período de dois meses (abril e maio), sob as mesmas condições anteriores, quando foram submetidas aos tratamentos. O substrato utilizado foi uma mistura de 50% terra de subsolo, 30% de esterco bovino e 20% de areia.

## **2.3 Ambiente de cultivo**

As mudas de *M. tomentosa* foram divididas em quatro grupos de 20 plantas e submetidas aos tratamentos de qualidade de luz. O primeiro tratamento foi estabelecido sob malha preta de náilon tipo sombrite que, segundo o fabricante, atenua a radiação solar em 50%. No segundo e no terceiro tratamento, as mudas foram colocadas sob malhas especiais ChromatiNet vermelha 50% e ChromatiNet azul 50%. As malhas coloridas utilizadas foram fornecidas pela empresa Polysac Plastic Industries®. De acordo com o fabricante, a malha ChromatiNet vermelha 50% reduz as ondas azuis, verdes e amarelas, acrescentando as ondas vermelho e vermelho-distante, além de reduzir a radiação solar incidente em 50%. Já a malha azul 50% muda o espectro da luz, reduzindo as ondas na faixa do vermelho e do vermelho-distante, acrescentando as ondas azuis e também reduz a incidência de radiação solar a 50%. As mudas

permaneceram, por um período de quatro meses (de junho a outubro de 2008), sob os tratamentos.

#### 2.4 Condições climatológicas durante a condução do experimento

Os dados referentes às temperaturas máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa média mensal, durante o período de condução do experimento, foram coletados na estação climatológica da UFLA e encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Dados acumulados da média da temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação pluviométrica total (mm), média da insolação diária (horas) e média da umidade relativa do ar (%), registrados durante o período de abril de 2008 a outubro de 2008.

Mês/Ano	Temperatura °C			Precipitação (mm)	Média da insolação diária (horas)	Umidade relativa (%)
	Máx	Mín	Média			
<b>abril</b>	27,8	17,1	20,9	110,6	6,2	80
<b>maio</b>	25,4	12,6	17,8	2,8	6,9	77
<b>junho</b>	25,0	12,8	17,6	14,4	6,8	76
<b>julho</b>	25,4	9,9	17,8	0,0	8,7	62
<b>agosto</b>	28,1	13,0	17,6	13,9	8,0	63
<b>setembro</b>	28,0	13,2	19,4	87,6	7,9	62
<b>outubro</b>	28,9	17,2	22,0	106,7	5,6	70

\*Dados coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras.

#### 2.5 Análises de crescimento

As análises de crescimento foram realizadas em oito plantas por tratamento, após 120 dias de experimento. As características determinadas foram: altura da parte aérea (colo ao ápice da planta), número de folhas, comprimento e largura das folhas do 4º nó, ambos mensurados com auxílio de régua milimetrada, diâmetro do caule (a 1 cm do solo) que foi medido com paquímetro com precisão de 0,01 mm, biomassa seca dos órgãos: folhas, caules e raízes, medidas separadamente. A biomassa seca foi obtida após secagem do

material em liofilizador, até atingir peso constante e, então, pesada em balança de precisão.

## **2.6 Análises anatômicas**

Após 120 dias de tratamento, folhas completamente expandidas do 3º nó foram coletadas e fixadas em F.A.A<sub>70</sub>, por 72 horas e, posteriormente, conservadas em álcool etílico 70 GL (Johansen, 1940).

As medições em secções transversais da epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico superior, parênquima esponjoso, parênquima paliçádico inferior e epiderme da face abaxial foram realizadas a partir de cortes obtidos na região mediana de quatro folhas, de plantas diferentes, por tratamento, em micrótomo de mesa, submetidos à clarificação em solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 15 minutos. Em seguida, foram lavadas em água destilada, também por 15 minutos. Para coloração, as secções permaneceram por cinco segundos em solução de safra-blau, safranina (5%) e azul de astra (95%) e, em seguida, foram lavados em água destilada por um minuto e montados em glicerina 50% (Kraus & Arduin, 1997).

As medições da espessura dos tecidos foram realizadas por meio do software de medição Sigma Scan Pro 5.0, utilizando-se fotomicrografias registradas em câmera digital Canon PowerShot A630 acoplada ao microscópio Ken-a-vision TT18. Foram realizadas 24 medições por tratamento, tendo, para cada uma das quatro folhas seccionadas, sido realizadas seis medições em fotomicrografias de campos diferentes.

## **2.7 Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para as análises morfométricas, foram avaliadas sete repetições por tratamento e para a análise de biomassa seca foram avaliadas oito repetições, sendo

considerada uma repetição uma planta de *M. tomentosa*. Para as análises anatômicas, foram avaliados seis campos em quatro folhas, por tratamento, totalizando 24 repetições por tratamento, sendo cada fotomicrografia considerada uma repetição. Foi realizada uma análise de variância (teste F) com as médias sendo comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

### **3 Resultados e Discussão**

#### **3.1 Análise de crescimento**

A partir das análises de crescimento, foi possível observar que a qualidade da luz interferiu no padrão de desenvolvimento das plantas de *M. tomentosa*. Plantas cultivadas sob a malha vermelha alcançaram maior altura, diferindo das plantas que estavam sob a malha azul e preta, que não diferiram entre si. Em relação às medidas morfométricas da folha, plantas crescidas sob a malha preta apresentaram folhas com menor comprimento e menor razão comprimento/largura em relação às plantas que estavam sob malha azul e vermelha. O número médio de folhas não variou entre os ambientes de cultivo (Tabela 2).

TABELA 2 Dados de altura, comprimento, largura, relação comprimento/largura das folhas de 4º nó, diâmetro ( $\emptyset$ ) do caule e número de folhas de *M. tomentosa* em resposta à qualidade de luz.

Ambiente de cultivo	Média das variáveis analisadas					
	Altura (cm)	Folha - 4º nó			$\emptyset$ caule (mm)	Nº folhas
		Comp (cm)	Larg (cm)	Comp/Larg (cm)		
<b>Preto</b>	14,54 b	4,64 b	1,23 a	3,95 b	1,02 b	14,20 a
<b>Azul</b>	17,41 b	6,26 a	1,31 a	4,90 a	1,11 b	19,00 a
<b>Vermelho</b>	20,37 a	6,41 a	1,27 a	5,06 a	1,43 a	22,14 a
<b>CV</b>	15,02	14,23	15,70	19,82	17,68	20,21

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

Oren-Shamir et al. (2001), trabalhando com *Pittosporum* sob diferentes malhas coloridas, observaram que a malha vermelha favoreceu o crescimento em altura e o surgimento de novos ramos. Estes mesmos autores relatam que não houve redução significativa na proporção vermelho:vermelho distante (V:VD) sob as malhas vermelha, preta e azul e a maior altura em plantas sob a malha vermelha não corresponde ao processo típico de “evitação de sombra” (Smith, 1995), pois não houve redução no espessamento dos ramos e sim um crescimento vegetativo mais vigoroso. Este fato é semelhante ao encontrado no presente trabalho, em que o maior diâmetro do caule e as plantas mais altas foram observados em plantas crescidas sob a malha vermelha. Por outro lado, Martins et al. (2008) observaram resultados discordantes, em que plantas mais altas de *Ocimum gratissimum* L. foram observadas sob a malha azul.

O fato de folhas sob a malha preta terem apresentado menor comprimento e menor razão comprimento/largura demonstra que a qualidade de luz interferiu na expansão da lâmina foliar de *M. tomentosa*, tendo folhas de plantas cultivadas sob a malha azul e vermelha se apresentado maiores e mais vistosas, sugerindo que os fotorreceptores sejam os responsáveis pela diferença observada na expansão foliar.

Pelos resultados de biomassa seca, notou-se que o ambiente de cultivo exerceu efeito significativo nas plantas de *M. tomentosa*. A alocação de biomassa diferiu entre os três ambientes, tendo plantas cultivadas sob a malha vermelha apresentado maior alocação de biomassa seca total, foliar, caulinar e radicular, seguidas pelas plantas sob a malha azul e preta, confirmando os resultados obtidos na Tabela 2. A maior razão entre a matéria seca da raiz/parte aérea foi encontrada nos ambientes azul e vermelho, que não diferiram entre si (Figura 1).

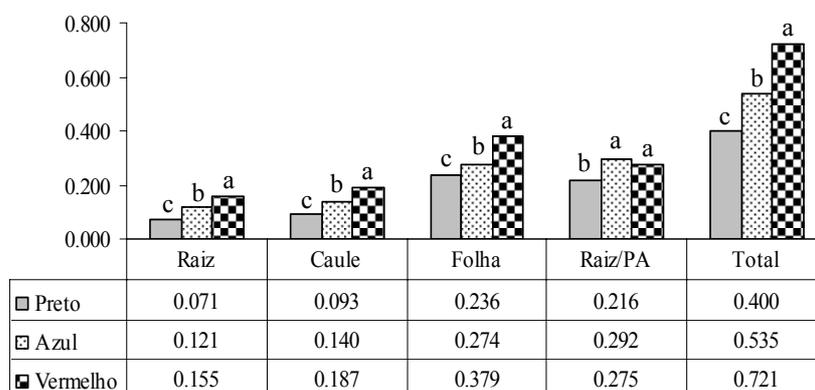


FIGURA 1 Biomassa seca de raiz (Raiz), biomassa seca de caule (Caule), biomassa seca de folha (Folha), biomassa seca raiz/parte aérea (Raiz/PA) e Biomassa seca total (Total) de plantas jovens de *M. tomentosa*, em relação à qualidade de luz.

\*Médias seguidas pela mesma letra para cada variável não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A razão da biomassa seca raiz/parte aérea foi maior sob as malhas azul e vermelha, demonstrando maior alocação de biomassa para a raiz nesses ambientes, comparadas com a malha preta. Este resultado demonstra a eficiência das plantas cultivadas sob a malha vermelha em drenar os fotoassimilados para as raízes. Segundo Taiz & Zeiger (2004), a qualidade espectral pode alterar a atuação de genes interferindo no crescimento do vegetal, o que pode modificar a

distribuição de fotoassimilados, fato relacionado à resposta dos fotorreceptores às modificações do ambiente, sendo estes responsáveis pela ativação e repressão desses genes.

Em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas em condições semelhantes às deste trabalho, foi observado que as malhas, vermelha e azul, propiciaram maior ganho de biomassa que a malha preta e que a biomassa das folhas, raiz e total não diferiu entre a malha azul e a vermelha e a razão raiz/parte aérea não diferiu entre as malhas coloridas (Martins et al., 2008). Estes resultados, assim como os observados no presente estudo, demonstram que as respostas em relação à qualidade da luz é diferenciada e cada espécie responde de maneira distinta à mudança espectrais.

O fato de plantas de *M. tomentosa* apresentarem maior altura, maior diâmetro do caule e maior biomassa seca sob a malha vermelha é outro indicativo de que o crescimento sob essa malha não foi um mecanismo de evitação à sombra. Assim, são necessários mais estudos para determinar qual mecanismo é responsável pelo crescimento vigoroso desta planta sob a malha vermelha.

### **3.2 Análises anatômicas**

Em secção transversal, as folhas de *M. tomentosa* apresentam organização isobilateral, epiderme unisseriada em ambas as faces, parênquima paliádico superior variando de duas a três camadas de células, parênquima esponjoso com duas ou três camadas de células e parênquima paliádico inferior com uma camada de células (Figura 2).

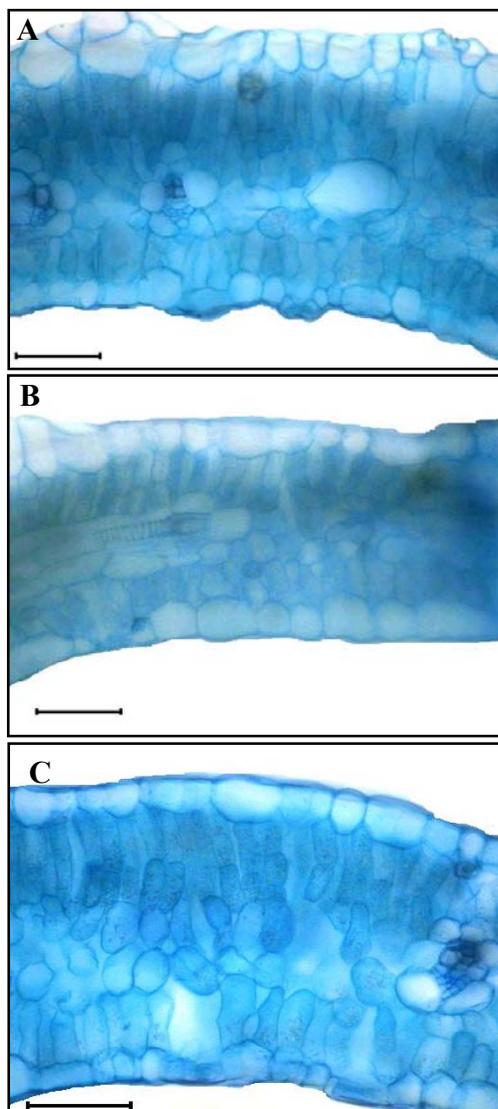


FIGURA 2 Secções transversais das folhas de *M. tomentosa* submetidas às diferentes intensidades luminosas. A - Preto, B - Azul e C - Vermelho. Barra = 50 µm.

A qualidade da luz alterou de maneira significativa alguns tecidos analisados, tendo as plantas cultivadas sob a malha vermelha sido as que apresentaram as maiores médias para todas as variáveis analisadas (Tabela 3).

TABELA 3 Espessura ( $\mu\text{m}$ ) da epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico superior, parênquima esponjoso, parênquima paliçádico inferior, epiderme da face abaxial, mesofilo e limbo foliar de folhas do 3º nó de plantas de *M. tomentosa* em resposta à qualidade de luz.

Ambiente de cultivo	Média das variáveis analisadas ( $\mu\text{m}$ )						
	Epiderme adaxial	Parênquima paliçádico superior	Parênquima esponjoso	Parênquima paliçádico inferior	Epiderme abaxial	Mesofilo	Limbo foliar
<b>Malha preta</b>	21,50 b	40,25 a	41,38 a	22,68 a	18,45 b	104,32 a	144,27 b
<b>Malha Azul</b>	22,09 b	39,60 a	36,27 b	22,08 a	17,67 b	97,94 a	137,70 b
<b>Malha Vermelha</b>	26,60 a	41,97 a	41,55 a	24,82 a	20,65 a	108,34 a	155,59 a
<b>C.V.</b>	13,77	18,06	22,13	20,25	18,92	17,00	14,05

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

A epiderme da face adaxial e abaxial de folhas de *M. tomentosa* cultivadas sob a malha vermelha apresentou-se mais espessas em relação aos tratamentos sob as malhas azul e preta, que não diferiram entre si. Esta plasticidade apresentada pela epiderme pode estar relacionada com a atuação dos fotorreceptores, que proporcionaram modificações nessas plantas, aumentando as chances de aclimatização nesses ambientes.

Resultados semelhantes a este trabalho foram encontrados por Souza et al. (2007), estudando *Mikania laevigata* Sch. Bip. ex Baker, em que plantas mantidas sob a malha vermelha apresentam a epiderme de ambas as faces mais espessas em relação às plantas sob malha preta e azul. Costa et al. (2007) não observaram diferença nas epidermes de *Ocimum selloi* Benth. sob malhas azul e vermelha. O mesmo foi observado em *Ocimum gratissimum* L., por Martins et al. (2009), em relação às malhas azul, vermelho e preta.

Em relação aos parênquimas paliçádicos (superior e inferior), não foram observadas diferenças entre os ambientes de cultivo. Lee et al. (2000), estudando *Hopea helferi* (Dyer) Brandis e *H. odorata* Roxb. em relação à intensidade e à qualidade (malha vermelha), relataram modificações nas células paliçádicas apenas em função da intensidade luminosa. Segundo estes mesmos autores, modificações nas células paliçádicas é um padrão típico de adaptação a altas luminosidades. Nas condições do presente trabalho, foi mantida a mesma intensidade de radiação, sendo avaliada apenas a qualidade que, para *M. tomentosa*, não influenciou a formação e a organização das células paliçádicas.

Souza et al. (2007) observaram que a qualidade de luz afetou de forma significativa as células paliçádicas de *Mikania laevigata* Sch. Bip. ex Baker em todos os ambientes de cultivo, sendo encontrada maior altura dessas células sob a malha vermelha. Costa et al. (2007) e Martins et al. (2009), trabalhando, respectivamente, com *Ocimum selloi* Benth. e *O. gratissimum* L., não observaram diferenças nas células paliçádicas em relação à qualidade de luz.

Analisando-se estes resultados, percebe-se que a plasticidade dessas células em relação à qualidade de luz varia de acordo com a espécie.

As menores médias do parênquima esponjoso foram observadas em plantas cultivadas sob a malha azul (Tabela 3). O mesofilo das folhas de *M. tomentosa* não diferiu em nenhum dos ambientes de cultivo.

Em relação ao limbo foliar, maior espessura foi observada nas plantas sob a malha vermelha em relação às plantas sob as malhas preta e azul, que não apresentaram diferença entre si, ou seja, sob a malha vermelha, as plantas de *M. tomentosa* se desenvolveram mais, apresentando maior tamanho e biomassa, com folhas maiores e mais grossas. O aumento do limbo foliar sob a malha vermelha foi consequência do maior espessamento das células epidérmicas.

Resultado semelhante ao encontrado neste trabalho foi encontrado por Lee et al. (2000), tendo a luz vermelha influenciado a espessura do limbo foliar em *Hopea odorata* Roxb. Segundo estes autores, a qualidade da luz foi responsável por pequenas modificações nesta espécie, sendo a intensidade a principal responsável por mudanças nas características analisadas. Os resultados demonstrados por Costa et al. (2007) e Martins et al. (2009), trabalhando, respectivamente, com *Ocimum selloi* Benth. e *O. gratissimum* L., demonstraram que estas espécies não apresentaram diferenças no limbo em relação à qualidade de luz.

Segundo McMahon & Kelly (1995), as respostas das plantas às alterações na qualidade da luz são variáveis para cada espécie. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), os fotorreceptores de luz vermelha, juntamente com os fotorreceptores de luz azul, percebem as alterações no ambiente, transduzindo estes sinais em processos elétricos, metabólicos e genéticos que permitem que as plantas alterem o crescimento, o desenvolvimento e a função, a fim de aclimatarem-se às mudanças nas condições ambientais. Estas mudanças refletem na taxa de crescimento e nas características anatômicas das mesmas.

#### 4 Conclusão

*Merremia tomentosa* apresenta plasticidade morfoanatômica em relação à qualidade da luz. Plantas de *M. tomentosa* se desenvolveram melhor sob a malha vermelha, obtendo maior altura, maior biomassa de raiz, caule e folha, sendo este o ambiente mais propício para o crescimento dessa espécie. Estes resultados evidenciam que a qualidade espectral pode ser manipulada para se obter características desejáveis desta espécie.

#### 5 Referências Bibliográficas

AUSTIN, D. F. *Merremia dissecta* (Convolvulaceae) : condiment, medicine, ornamental, and weed - A Review. **Economic Botany**, New York, v. 62, n. 2, p. 109-120, June 2007.

CALIXTO, J. B. **Plantas medicinais sob a ótica da química moderna**. Chapecó: Argos, 2001. 77 p.

CASTRO, S. B. R. **Atividade de produtos vegetais contra bactérias patogênicas para peixes**. 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COSTA, L. C. B.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L. F.; MOREIRA, C. M. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 6-8, jul. 2007. Suplemento 1.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KHIRNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance e espectrs quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast aian *Hopea* (Diptenocarpeceae) species. **American Journaul of Botany**, Columbus, v. 87, n. 4, p. 447-455, Apr. 2000.

LEITE, K. R. B.; SIMÃO-BIANCHINI, R.; SANTOS, F. A. R. Morfologia polínica de espécies do gênero *Merremia* Dennst. (Convolvulaceae) ocorrentes no estado da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 313-321, abr./jun. 2005.

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 Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 102-107, 2008.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 82-87, jan./fev.2009.

MCMAHON, M. J.; KELLY, J. W. Anatomy and pigments of chrysanthemum leaves developed under spectrally selective filters. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 203-209, Nov. 1995.

OREM-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*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, May 2001.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, jan./fev. 2001.

SHAHAK, Y; GUSSAKOVSKY, E. E. Color nets : crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 659, p. 143-151, 2004.

SILVA, S. R.; BUITRÓN, X.; OLIVEIRA, L. H.; MARTINS, M. V. M. **Plantas medicinais do Brasil** : aspectos gerais sobre legislação e comércio. Quito: TRAFFIC América do Sul, 2001. 63 p.

SMITH H. Physiological and ecological function within the phytochrome family. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 46, p. 289-315, June 1995.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E. BIAGIOTTI, G.; DEUNER, S. Estrutura foliar e de cloroplastídeos de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 78-80, jul. 2007. Suplemento 1.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p