

**CRESCIMENTO, CARACTERÍSTICAS
ESTRUTURAIS E TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL
DE *Mentha suaveolens* Ehrh, CULTIVADA SOB
TELAS COLORIDAS**

TALES ANTÔNIO AMARAL

2007

TALES ANTÔNIO AMARAL

**CRESCIMENTO, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E TEOR
DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha suaveolens* Ehrh , CULTIVADA
SOB TELAS COLORIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:
Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Amaral, Tales Antônio.

Crescimento, características estruturais e teor de óleo essencial de
Mentha suaveolens Ehrh, cultivada sob telas coloridas / Tales Antônio
Amaral. -- Lavras : UFLA, 2007.

52 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Evaristo Mauro de Castro.

Bibliografia.

1. Telas coloridas. 2. Anatomia. 3. *Mentha suaveolens*. 4. Óleo essencial. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 583.87044

TALES ANTÔNIO AMARAL

**CRESCIMENTO, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E TEOR DE
ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha suaveolens* Ehrh, CULTIVADA SOB
TELAS COLORIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 16 de outubro de 2007

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro

Prof. Dr. Amauri Alves de Alvarenga UFLA

Dr. Marcelo Murad Magalhães UFLA

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

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

Aos meus pais, João Batista do Amaral e Lindalva de Fátima Amaral.

OFEREÇO

A minha esposa, Simone Aline Pereira Amaral e minha filha Ana Luiza Amaral..

Aos meus irmãos, Marco Polo Amaral e Laíse Helena Amaral.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, esposa, irmãos e familiares, por toda ajuda e encorajamento.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Biologia e o Setor de Fisiologia Vegetal, pela oportunidade de realização da pós-graduação.

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Orientador Evaristo Mauro de Castro, pela compreensão, pela força e ajuda nos momentos difíceis.

A Larissa Corrêa do B. Costa, pela disponibilidade em ajudar, pelos conhecimentos transmitidos e pela amizade.

Aos membros da banca examinadora.

Ao Departamento de Fitopatologia, em especial ao Professor Eduardo Alves, a Técnica Eloísa, pela ajuda e contribuição e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Departamento de Agricultura, em especial ao Professor José Eduardo Brasil, ao Técnico Evaldo de Souza Arantes e ao aluno de doutorado Ricardo Monteiro Corrêa, pela ajuda e contribuição e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários técnico-administrativos Joel, Odorêncio, Lena, D'Artagnan e Izonel, pela contribuição, carinho e constante disponibilidade.

Aos colegas de curso, especialmente Maria Izabel, Patrícia Fabian, Luis Antonio, Joeferson, Gustavo, Girlene, Karine e Plínio.

Aos estagiários do Laboratório de Anatomia, pela ajuda no decorrer do trabalho.

A minha avó Carmosina, pelas orações e incentivo.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, por todo o auxílio prestado na busca de referências bibliográficas.

E a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização do trabalho.

BIOGRAFIA

TALES ANTÔNIO AMARAL, filho de João Batista do Amaral e Lindalva de Fátima Amaral, nasceu em 21 de maio de 1977 em Ribeirão Vermelho, MG. Estudou na Escola Estadual Antônio Novaes, finalizando o ensino médio em 1995, na Escola Municipal José Teodoro de Abreu. Em março de 2000, iniciou o curso de graduação em Ciências Biológicas, no Centro Universitário de Lavras (Unilavras), concluindo-o em novembro de 2004. Nesse período, sob orientação da Professora Andréia Fonseca Silva, desenvolveu projeto de pesquisa como aluno da iniciação científica. Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Fisiologia Vegetal na UFLA, concluindo-o em agosto de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Importância e característica da espécie <i>Mentha suaveolens</i>	4
2.2 Influência da luz no cultivo de plantas.....	5
2.3 Variáveis utilizadas na análise de crescimento em relação à luz.....	7
2.4 Telas coloridas.....	8
2.5 Influência da luz nas características anatômicas das espécies.....	11
2.6 Influência da luz na síntese e acúmulo de óleos essenciais.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Época e localização do experimento.....	17
3.2 Material Vegetal.....	17
3.3 Características fisiológicas.....	18
3.3.1 Teor de clorofila.....	18
3.3.2 Teor de carotenóides.....	19
3.4 Características anatômicas.....	19
3.4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	20
3.4.2 Microscopia de luz (ML).....	20
3.5 Análise de Crescimento.....	21
3.5.1 Altura das plantas.....	22
3.5.2 Diâmetro do caule.....	22
3.5.3 Massa seca do caule, das folhas e da raiz.....	22
3.5.4 Área foliar.....	22
3.6 Extração de óleo essencial.....	22
3.7 Análise estatística.....	23

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Características fisiológicas.....	25
4.1.1 Teor de clorofila.....	25
4.1.2 Teor de carotenóides.....	27
4.2 Análise de Crescimento.....	28
4.2.1 Massa seca.....	30
4.3 Microscopia de luz (ML).....	32
4.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	36
4.5 Teor de Óleo Essencial.....	39
5 CONCLUSÕES.....	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

AMARAL, Tales Antônio. **Crescimento, características estruturais e teor de óleo essencial de *Mentha suaveolens* Ehrh, cultivadas sob telas coloridas.** 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Entre as plantas medicinais e aromáticas, a *Mentha suaveolens* é uma espécie de interesse econômico, porque os seus óleos essenciais podem ter várias aplicações industriais, como por exemplo em produtos de higiene bucal, flavorizantes, aromatizantes de alimentos e bebidas, perfumaria e produtos farmacêuticos. A espécie *Mentha suaveolens*, popularmente conhecida como hortelã-peluda, é uma planta Lamiaceae perene, de crescimento rápido e fácil. Destaca-se pelo seu uso medicinal, industrial e por ser importante produtora de óleo essencial. Neste estudo, o objetivo foi avaliar aspectos fisiológicos, características estruturais, o tempo de cultivo e teor de óleo essencial de *M. suaveolens* submetidas a pleno sol e sob telas coloridas (50%) preta, azul e vermelha. Às variáveis analisadas foram: teor de clorofila, teor de carotenóides, características anatômicas, análise de crescimento (altura das plantas, diâmetro do caule, massa seca do caule, das folhas e da raiz, área foliar) e teor de óleo essencial. Pelos resultados, observa-se que plantas cultivadas sob telas azul e preta apresentaram maior altura e área foliar e as cultivadas sob tela vermelha, maior acúmulo de biomassa seca total e clorofila total. As plantas expostas a pleno sol tiveram um menor crescimento em altura, maior relação de biomassa seca raiz/parte aérea, maior densidade estomática e maior espessura do limbo foliar. Não houve diferença na produção de óleo essencial e na densidade de tricomas.

¹Orientador: Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Orientador) – UFLA.

ABSTRACT

AMARAL, Tales Antônio. **Growth, structural characteristics and essential oil content of *Mentha suaveolens* Ehrh cultivated under colored screens.** 2007. 52 p. Dissertation (Master in Plant Physiology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

Among medicinal and aromatic plants, *Mentha suaveolens* is a species of economic interest, because its essential oils can have several industrial applications, as for example in mouth hygiene products, flavorings, food and beverage aromatizers, perfumery and pharmaceutical products. The species *Mentha suaveolens*, popularly known as hortelã peluda (hairy peppermint), is a fast and easy -growing perennial Lamiaceae plant. It stands out for its medicinal, industrial use and for being an important producer of essential oil. In this study, the objective was to evaluate physiological aspects, structural characteristics, cultivation time and essential oil content of *M. suaveolens* submitted to full sunshine and under colored screens (50%) black, blue and red. The studied variables were: chlorophyll content, carotenoid content, anatomic characteristics, growth analysis (plants' height, stem diameter, dry matter of the stem, leaves and root, leaf area) and content of essential oil. From the results, it is found that plants grown under blue and black screen showed increased height and leaf area and the ones cultivated under red screen, greater accumulation of total dry biomass and total chlorophyll. The plants exposed to full sunshine presented less growth in height, greater dry mass of the root/shoot ratio, higher stomatal density and greater thickness of the leaf blade. There were no differences in the production of essential oil and trichome density.

¹Orientador: Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Orientador) – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais é uma prática comum no país, a qual tem sido transmitida de geração em geração, e é realizada em grande parte por meio do extrativismo (WWF, 1998). Essa prática tem sua origem na cultura dos diversos grupos indígenas que habitavam o país (Simões et al. 1998), misturada, ainda, com as tradições de uso dos europeus e africanos que chegaram posteriormente. As plantas medicinais fazem parte da atual farmacopéia local, despertando grandes interesses nacionais e internacionais pelo potencial terapêutico e econômico que representa (Van der Berg, 1993).

A utilização e comercialização de plantas medicinais têm sido estimuladas, em parte, pela crescente demanda da indústria por novas fontes naturais de medicamentos e, por outro lado, pelos efeitos colaterais causados pelos fármacos sintéticos, que estimulam o aproveitamento de medicamentos de origem vegetal ou, em muitos casos, porque representam a única fonte de medicamentos, especialmente nos lugares mais isolados e distantes (Van der Berg, 1993) e como resposta aos problemas imediatos de saúde (DeFilipps, 2001). Uma das plantas disponíveis é a *Mentha suaveolens* (Lamiaceae), vulgarmente conhecida como “hortelã-peluda”.

Visando aprofundar conhecimentos sobre plantas medicinais, e sabendo da importante influência da luz sobre o crescimento e desenvolvimento da planta e sobre a produção de princípios ativos, selecionou-se para estudo a espécie *Mentha suaveolens* (Lamiaceae), popularmente conhecida como hortelã-peluda. Destaca-se pelo seu uso em chás, com efeito medicinal, pois suas folhas possuem vitaminas A,B,C e minerais, como cálcio, fósforo, ferro e potássio, exercem ação tônica e estimulante sobre o aparelho digestivo, além de propriedades anti-sépticas e ligeiramente anestésicas, proporcionadas por princípios ativos. É bem conhecida principalmente pelo seu sabor característico

e aroma refrescante (Watanabe et al., 2006). A menta também é utilizada em indústria de chicletes, de pasta de dente, sendo os maiores países produtores de óleo essencial de menta China, Índia, Brasil, Japão, França e Estados Unidos (Srivastava, 2002).

Muitas plantas freqüentemente utilizadas por populações locais ainda não foram estudadas ou seus princípios ativos ainda não foram identificados para validá-las como medicamentos ou para aproveitá-las economicamente (Van der Berg., 1993). Ainda assim, muitas plantas são utilizadas e comercializadas na atualidade e o Brasil, um dos países com maior biodiversidade do mundo, revela-se como um importante e potencial provedor de um recurso tão valioso como as plantas medicinais.

Devido à alta demanda, o extrativismo, porém, não é a forma mais adequada, visto que a exploração de plantas de uso medicinal da flora nativa por extração direta nos ecossistemas tropicais tem levado a reduções drásticas das populações naturais dessas espécies. Entretanto, Reis et al. (2003) afirmam que é relativamente pequeno o conhecimento acumulado sobre o cultivo ou manejo de populações naturais de plantas medicinais da flora nativa. Como o processo de extrativismo das espécies de interesse ainda perdura, somente o acesso a informações que permitam a estruturação de tecnologias pertinentes aos ambientes e diversidades existentes pode mudar esse quadro, tornando a domesticação e o cultivo dessas espécies questões prioritárias quanto à preservação dos recursos naturais, e ainda apresentar opções na obtenção de matéria-prima de interesse farmacêutico.

A qualidade da matéria-prima utilizada como fitoterápico afeta a eficácia e segurança dos medicamentos. As indústrias farmacêuticas investem na qualidade da matéria-prima, cultivando plantas medicinais de interesse em larga escala, o que permite a seleção de linhagens com teor de princípios ativos. O teor dos óleos essenciais acumulados em diferentes partes do vegetal está sob

controle genético, podendo ser, porém, alterado pela influência de fatores externos ao organismo, como fertilidade do solo, umidade, intensidade de luz, temperatura, herbivoria e poluição atmosférica e do solo. Para maximizar a produção de um determinado princípio ativo, é importante que se conheça o comportamento da espécie em diferentes condições ambientais.

A luz é um fator ambiental de fundamental importância para as plantas devido à sua ação direta ou indireta na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal. As adaptações sofridas pelas plantas em seu aparato fotossintético, em resposta às condições de luminosidade ambiental, refletem em seu crescimento global (Engel & Poggiani, 1991). Estudos dessa natureza com esse espécie ainda são incipientes e estudos ecofisiológicos e anatômicos vão subsidiar melhor o manejo desse espécie para fins medicinais.



Os principais objetivos neste trabalho foram avaliar aspectos fisiológicos, características estruturais e teor de óleo essencial de *M. suaveolens* cultivadas sob telas coloridas distintas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância e características da espécie *Mentha suaveolens*

Mentha suaveolens, pertencente à família Lamiaceae, é popularmente conhecida pelo nome hortelã e hortelã-peluda.

Trata-se de uma espécie herbácea perene, de crescimento rápido e fácil, com caules violáceos, ramificados, folhas opostas serradas e cor verde escura, flores lilases dispostas em espigas terminais, frutos tipo aquênio.

É bem adaptada ao clima subtropical, com temperaturas que oscilam entre 18 °C e 24 °C, apesar de suportarem temperaturas de até 40 °C na máxima e 5 °C na mínima. Sua necessidade de chuvas é em torno de 1300 mm a 2000 mm por ano, desde que bem distribuídas (Corrêa Junior, 1994).

No Brasil, a menta desenvolveu-se como uma cultura desbravadora, em terras recém-desmatadas, dadas suas características de exigência em fertilidade e água. Os solos férteis do estado do Paraná e de São Paulo ofereceram condições favoráveis para seu cultivo. Durante a Segunda Guerra Mundial, o Brasil passou a ter grande importância mundial na produção do óleo essencial de menta. O Paraná obteve destaque no cenário nacional, pois nesse período o Brasil participava com uma produção cuja porcentagem variava de 63,7% e 80,8% da produção mundial, e o Paraná, com 95% da produção brasileira. Com o fim do desmatamento no Estado do Paraná, desapareceu a produção da planta e de mentol nacional (Watanabe et al., 2006).

A menta é utilizada em indústria de chicletes, de pasta de dentes e farmacêuticas, devido as suas propriedades medicinais, pois suas folhas possuem vitamina A, B, C e minerais, como cálcio, fósforo, ferro e potássio. Exercem ação tônica e estimulante sobre o aparelho digestivo, além de propriedades anti-sépticas e ligeiramente anestésicas. Em geral, cada quilo de óleo obtido das

ramas é capaz de produzir, aproximadamente 50% de óleo desmentolado e 40% de mentol cristalizado.

Os maiores países produtores de óleo essencial de menta são China, Índia, Brasil, Japão, França e Estados Unidos (Srivastava, 2002).

A menta-doce (*Mentha arvensis* var. *piperascens*), existente em vários países da Ásia, pode ter rendimento de até 5% em óleo essencial. No entanto, é mais comum encontrar um rendimento de 1% a 2% de óleo essencial, cujo componente principal é o mentol (de 50% a 70% e, em alguns casos, 90%). Depois de o mentol ser removido do óleo essencial (óleo desmentolado), restam ainda, 17% a 35% de mentona, 5% a 13% de metil acetato, 2% a 5% de limoneno, e 2,5% a 4% de neomentol. Existem ainda traços de outros terpenos (piperitone, pulegone, âcariofileno, â-cariofileno-epóxido, á-pineno, â-pineno, germacreno D, 1,8-cineol, linalol, mentofurano, canfeno) (Rajeswara Rao, 1999).

2.2 Influência da luz no cultivo de plantas

A luz é fundamental para a regulação de alguns processos do desenvolvimento vegetal e as plantas possuem capacidade de se adaptar a diferentes condições de luminosidade. Por meio de seus fotorreceptores, podem captar as variações na quantidade e qualidade de luz, adaptando seu desenvolvimento às condições a que estão expostas.

A fotossíntese ocorre principalmente nas folhas, das quais a região mais ativa é o mesófilo foliar, devido à presença de um maior número de cloroplastos (Ferri, 1985), sendo seu aspecto mais interessante o extenso sistema de membranas internas, conhecidas como tilacóides, nas quais se encontram a clorofila, pigmentos acessórios e proteínas.

A fotomorgênese refere-se aos efeitos da luz no desenvolvimento da planta e no seu metabolismo celular. A luz vermelha exerce influência mais forte

e seus efeitos podem ser revertidos pela luz vermelha-distante. Nos fenômenos fotomorfogênicos, o fitocromo é o pigmento envolvido, ocorrendo em duas formas: a que absorve a luz vermelha (Pr), 650 a 680 nm., e a que absorve a luz vermelha-distante (Pfr), 710 a 740 nm. O fitocromo é sintetizado no escuro e a indução pela luz vermelha leva-o ao estado Pfr. A absorção pela luz vermelha-distante faz o processo reverso, convertendo Pfr em Pr, sendo o Pfr a forma ativa que dá origem à resposta fisiológica. O equilíbrio entre as duas formas é denominado estado foto-estacionário (Taiz & Zeiger, 2004). O fitocromo detecta a relação entre a luz vermelha e a vermelha-distante, que codifica em sinal celular e excitação causada pela luz, alterando o metabolismo celular e influenciando no desenvolvimento das plantas (Ballaré et al., 1997). A luz vermelha é importante para o desenvolvimento da estrutura fotossintética das plantas e pode aumentar o acúmulo de amido em várias espécies de plantas por inibição da translocação de assimilados para fora das folhas (Saebo et al., 1996).

Um outro tipo de resposta seria correspondente à luz azul, que permite às plantas alterarem o seu crescimento, o desenvolvimento e a aclimatização às condições ambientais. As respostas específicas podem ser distinguidas por um espectro de ação característico de "três dedos" na região de 400 a 500 nm, sendo a fisiologia das respostas bastante variável e inclui fototropismo, movimentos estomáticos, inibição do alongamento celular, ativação de genes, biossíntese de pigmentos, acompanhamento da luz do sol pelas folhas (Taiz & Zeiger, 2004).

Geralmente, há grande diversidade de respostas das plantas à luminosidade, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência das mudas. Dessa forma, a eficiência do crescimento da planta pode ser relacionada à habilidade de adaptação das plântulas a espectros luminosos do ambiente (Scalon & Alvarenga, 1993).

O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades de luz pode ser atribuído à capacidade de ajustar,

eficaz e rapidamente, seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente (Dias Filho, 1997).

Em relação às mudanças no processo de regeneração e crescimento de mudas, concluiu-se que as diferenças de luz quanto à intensidade possuem, nas condições naturais, efeito mais significativo no crescimento das plantas do que a sua qualidade, principalmente no que se refere ao acúmulo de matéria seca (Amo, 1985).

2.3 Variáveis utilizadas na análise de crescimento em relação à luz

Para avaliar o crescimento das plantas em relação à luz utilizam-se diversas variáveis, mais freqüentemente a altura e o diâmetro do caule. O maior diâmetro de caule é uma característica desejável em mudas porque garante maior sustentação da parte aérea. A produção de massa seca, a área foliar e as relações entre a biomassa da parte aérea e radicular são variáveis também utilizadas na avaliação do crescimento das mudas quanto à luz (Farias et al., 1997).

Há Estudos nos quais se evidencia um desenvolvimento mais favorável em condições de alta luminosidade para espécies heliófitas com maior produção de matéria seca, como em *Sesbania sesban* L. (Fabaceae/Papilionoideae), enquanto outros encontraram maior acúmulo de matéria seca em baixa luminosidade, como em *Muntingia calabura* L.- Elaeocarpaceae (Gajego et al., 2001).

Freqüentemente, as análises do crescimento em plantas são utilizadas para prever o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento. Acredita-se que as espécies tolerantes apresentem um crescimento mais lento em relação às não-tolerantes, pelo fato de suas taxas metabólicas serem mais baixas (Grime, 1977). O rápido crescimento em altura, quando sombreadas, é um mecanismo de adaptação das plantas competitivas (Grime, 1977) ou nômades (Tinoco & Vasques-Yanes, 1985) como forma de escape ao déficit de luz, já que

essas não são capazes de tolerar baixa intensidade luminosa por meio do reajuste de suas taxas metabólicas.

A área foliar também é uma característica muito utilizada na avaliação dos efeitos do sombreamento sobre a planta. Em geral, o incremento da área foliar com o sombreamento é uma das maneiras de a planta aumentar a superfície fotossintética, assegurando um aproveitamento mais eficiente das baixas intensidades luminosas e, conseqüentemente, compensando as baixas taxas de fotossíntese por unidade da área foliar, característica de folhas de sombra (Jones & Mcleod, 1940).

As respostas apresentadas pelas plantas à variação na disponibilidade de luz costumam envolver, ainda, alterações nas características das folhas relacionadas ao teor de clorofila. Diversos fatores externos e internos afetam a biossíntese de clorofilas; por isso, os seus conteúdos foliares podem variar de maneira significativa. Entre esses fatores, a luz é essencial à sua síntese (Whatley, 1982).

A clorofila está sendo constantemente sintetizada e destruída (fotooxidação) em presença de luz; porém, sob intensidades luminosas mais elevadas, ocorre maior degradação e o equilíbrio é estabelecido a uma concentração mais baixa. Portanto, folhas de sombra possuem concentração maior de clorofila do que folhas de sol (Kramer & Kozlowski, 1979). Todavia, se o conteúdo for expresso por unidade de área foliar, a concentração é menor nas folhas de sombra.

2.4 Telas coloridas

As telas coloridas representam um novo conceito agrotecnológico, que objetiva combinar proteção física com a seleção diferencial da radiação solar para promover respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz (Shahak, 2004). De modo diferente das casas-de-vegetação, as telas exercem uma menor

interferência sobre o microclima da planta; entretanto, são capazes de modificar tanto a quantidade como a qualidade da radiação solar transmitida, determinando modificações ópticas da dispersão e reflectâncias da luz (Oren-Shamir et al., 2001).

Existe uma grande variedade de telas coloridas, que são definidas pela porcentagem de sombra que produzem para as plantas cultivadas (Grinberger et al., 2000). Pode-se obter vantagens específicas com a utilização de telas diferenciadas, que podem modificar a composição da luz que passa para as plantas, melhorando o rendimento dos cultivos (Oren-Shamir et al., 2001)

As telas coloridas constituem um elemento novo no cultivo protegido, provocando reações fisiológicas específicas, que são convertidas em características comerciais. Telas distintas podem ser usadas por produtores em plantas com estádios de desenvolvimento diferentes, visando a obter plantas com características morfológicas e fisiológicas desejadas, melhorando a eficiência do cultivo (Shahak, 2004)

Em *Pittosporum variegatum*, as telas azul e vermelha com sombreamento de 50% exerceram maior influência no seu cultivo, tendo a tela vermelha proporcionado a formação de galhos mais longos em comparação com a tela negra, e a tela azul proporcionou um desenvolvimento mais lento, com produção de plantas com galhos mais curtos. Nas plantas cultivadas sob a tela azul, ocorreu menor número de ramificações. Em relação ao tamanho da folhas, a tela vermelha proporcionou resultados melhores, comparados à negra. No cultivo comercial, encontrou-se uma desvantagem das telas negra e azul, ocorrendo a produção de uma baixa quantidade de galhos com valor comercial, com rendimento de pelo menos 50% menor (Oren-Shamir et al., 2001).

Na cultura da alface, mantida em sombreamento de 30% e tela vermelha, os resultados foram superiores ao controle (cultivo sem sombreamento). Em relação ao rendimento agrícola, indica-se um

sombreamento ótimo ao redor de 30% a 40%. Entretanto, pelas experiências dos agricultores, verifica-se um nível de sombreamento ótimo ao redor de 20% a 30 % (Grinberg et al., 2000).

Em *Aralia* sp, *Monstera deliciosa* Liebm, *Aspidistra elatior* Blume e *Asparagus* sp. L., verificaram-se aceleração do crescimento vegetativo sob a tela vermelha e retardo sob a tela azul. Para *Aralia* sp, com sombreamento de 60%, o rendimento foi inferior ao longo de todo cultivo, comparado com outras telas, as quais não influenciaram o tamanho das folhas, mas reduziram consideravelmente a haste foliar (Shahak, 2004).

Com *Monstera deliciosa*, a tela vermelha não influenciou o comprimento dos ramos, mas obteve um incremento superior no número de ramos formados (Shahak, 2004).

Em experimentos com *Zantedeschia* sp Spreng (Araceae) sob tela vermelha 40%, tanto o número de folhas como o número de flores foram superiores, significando que a tela vermelha parece ter mais efeito na produtividade e altura de hastes (Leite, 2004).

Outro ponto importante é que a qualidade da radiação dada pela razão ente vermelho e vermelho distante, bem como a razão entre azul e vermelho, são totalmente diferentes, bem como a difusão de luz (Oren-Shamir, 2001). As diferenças encontradas nas plantas sob tela vermelha podem ser mais bem explicadas pelas diferenças na qualidade da luz transmitida pelas telas do que pela intensidade, uma vez que as diferenças estatísticas da transmissão de radiação encontradas entre as telas vermelha e preta foram relativamente pequenas.

Oren-Shamir (2001), em medições realizadas freqüentemente, observou que a tela azul transmitiu um pico largo, em torno de 470 nm a 700 nm e a tela vermelha teve absorção principal entre 400 nm e 590 nm.

2.5 Influência da luz nas características anatômicas das espécies

Para se adaptarem a regimes diferentes de luz, algumas plantas têm plasticidade no seu desenvolvimento, crescendo como plantas de sol ou plantas de sombra (Taiz & Zeiger, 2004). As características morfológicas e anatômicas foliares são contrastantes até para folhas de uma mesma planta, expostas a regimes de luz. A anatomia foliar pode ser avaliada em relação a intensidade, qualidade e quantidade de luz (Castro, 2002).

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 et al., 1992)

A anatomia foliar afeta a eficiência da absorção de luz de duas maneiras. A luz é absorvida por pigmentos, principalmente clorofila a e b, nos cloroplastos. Outros pigmentos, incluindo pigmentos acessórios, carotenóides e flavonóides, também modificam a sua absorção. A anatomia foliar é importante na maneira como influencia a distribuição dos cloroplastos nas folhas (Lee et al., 2000).

As folhas de plantas cultivadas ao sol são mais espessas, com maior desenvolvimento da cutícula, e têm as células paliçádicas mais longas (Taiz & Zeiger, 2004). Folhas de *Nauclea* L. (Rubiaceae), crescendo em alta densidade de fluxo de fótons, tiveram um mesofilo paliçádico bem desenvolvido, constituído de duas camadas de células, e quando cresceram sob baixa densidade de fluxo de fótons, tiveram apenas uma camada de células (Riddoch et al., 1991).

A anatomia foliar pode ser grandemente influenciada pela radiação recebida durante o crescimento, uma vez que a folha é um órgão muito plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições externas do ambiente. Essa

plasticidade adaptativa é típica das espécies que apresentam amplo potencial de aclimação (Hanba et al., 2002; Schluter et al., 2003).

Conforme Schluter et al. (2003) e Sims et al. (1998), folhas de árvores que crescem em um ambiente de sombra apresentam modificações nas características fotossintéticas, bioquímicas, organização de células do mesofilo e frequência estomática quando comparadas com folhas que crescem em um ambiente de maior irradiância.

Existe uma estreita relação entre morfologia e anatomia foliar com o ambiente no qual a espécie se desenvolve. Portanto, no estudo de anatomia foliar, deve-se levar em consideração a idade do órgão, sua posição no ramo e sua situação em relação aos fatores de luz e suprimento hídrico (Ashton & Berlyn, 1992; Hanba et al., 2002; Ivanova & P'Yankov, 2002; Piel et al., 2002).

Estudos comparativos de estruturas de folhas, caules e raízes têm mostrado diferentes respostas anatômicas em relação a esses órgãos, a despeito de alterações nos níveis de luminosidade no ambiente. Por essa razão, folhas de plantas crescidas em ambientes ensolarados são menores, mais espessas e têm mais massa por unidade de área em relação às cultivadas à sombra. Esse fato se deve, provavelmente, a uma taxa fotossintética mais elevada a pleno sol, em comparação com as plantas crescidas à sombra (Bjorkman, 1981; Boardman, 1977). O aumento na espessura da folha, especialmente pela alongação ou adição de células do parênquima paliçádico, tem sido ligado a uma redução na resistência do mesofilo ao dióxido de carbono (Nobel, 1977) e correlacionado ao aumento de fatores potencialmente limitantes do processo fotossintético (Bjorkman, 1981).

Segundo Bolhar-Nordenkampf & Draxler (1993), as mudanças que ocorrem na luminosidade de um ambiente proporcionam adaptações aos cloroplastídeos, modificando propriedades das membranas dos tilacóides, como o arranjo dos cloroplastos nas células. Os cloroplastídeos tendem a se

movimentar em direção anticlinal às paredes das células sob luz intensa para reduzir a absorção pelas folhas. No parênquima paliçádico, os cloroplastídeos podem estar aglomerados, formando uma haste próxima às paredes periclinais, ou podem estar aderidos longitudinalmente às paredes anticlinais, funcionando como um tubo para passagem da luz para o parênquima esponjoso situado logo abaixo do parênquima paliçádico, isso em uma folha dorsiventral. Os cloroplastídeos no parênquima esponjoso podem, também, orientar-se de acordo com a quantidade e qualidade de luz penetrada. A movimentação dos cloroplastídeos pode aumentar o coeficiente de absorção de luz pelas folhas em até 20% e, assim, contribuir para a adaptação em curto prazo, após mudanças de condições de baixa para alta irradiância ou vice-versa.

2.6 Influência da luz na síntese e acúmulo de óleos essenciais

Os óleos essenciais são substâncias produzidas pelo metabolismo secundário em pequenas quantidades em relação a substâncias produzidas pelo metabolismo primário, sendo responsáveis por funções nem sempre bem definidas. Entre esses destacam-se as substâncias voláteis, que se difundem com facilidade a partir da evaporação, constituindo verdadeiro elo entre a fonte produtora e o meio ambiente. Apesar de terem sido considerados por muito tempo mero desvio de funções vitais da planta, os óleos essenciais são fundamentais para a inter-relação dos organismos, promovendo, assim, o equilíbrio entre os reinos vegetal e animal (Craveiro et al., 1981). Também denominados óleos etéreos ou essências, são misturas complexas e apresentam as características de volatilidade e baixo peso molecular, normalmente sendo líquidos de aparência oleosa, odoríferos, solúveis em solventes orgânicos e com solubilidade limitada em água (Simões et al., 1999).

Seus constituintes variam de hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, óxidos, peróxidos, éteres, óxidos,

peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas até compostos de enxofre. Na mistura, tais compostos apresentam-se em diferentes concentrações; normalmente um deles é o composto majoritário, existindo outros em menores teores e alguns em baixíssima quantidade (traços) (Simões et al., 1999).

Os óleos essenciais estão associados a várias funções necessárias à sobrevivência do vegetal em seu ecossistema. Exercem papel fundamental na defesa contra microorganismos e predadores e também na atração de insetos e outros agentes polinizadores. Em resposta adaptativa a condições de estresse, os vegetais produzem maior quantidade de óleo essencial (Lopes et al., 2001; Ming, 1998; Morvillo & Gil, 2004; Santos, 2002; Siani et al., 2000)

Na dinâmica de crescimento e desenvolvimento em seu ciclo fenológico, as plantas medicinais e aromáticas podem ter alterações bioquímicas e fisiológicas capazes de afetar a elaboração dos princípios ativos, tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo (Taiz & Zeiger, 2004)

Essas alterações ocorrem devido a vários fatores intrínsecos e extrínsecos. Alguns autores classificam esses fatores como genótipo (indivíduo); fisiológico (estádios de desenvolvimento, ritmo estacional, rotas metabólicas alternativas, hormônios e estágio reprodutivo); fator técnico de cultivo (como adubações, densidades de plantio, consorciamento, etc.) e fator ecológico (pressões de variações no clima, solos e competidores, entre outros) (Dey & Harborne, 1997; Hook et al., 1999; Martins et al., 1994; Morvillo & Gil, 2004; Simões et al., 1999).

Além dos aspectos citados acima, a operação de colheita deve ser realizada no momento de maior produção do princípio ativo e isso é variável de acordo com determinados aspectos, como órgãos da planta, idade, estágio de desenvolvimento vegetativo, época do ano e horário de colheita (Martins et al., 1994).

Diante do exposto, é imprescindível que se envidem esforços em pesquisas, visando a descobrir a influência de cada fator na adaptação do cultivo às exigências da planta, genotipicamente selecionada, para a otimização da produção dos óleos. O produtor necessita de material vegetal com rendimento em área e teor de óleo essencial altos, utilizando informações e técnicas precisas (Ming, 1998; Sacramento, 2001). No entanto, poucos fatos pertinentes têm efetivamente sido desvendados até o momento, demandando esforço multidisciplinar dos pesquisadores (Leal et al.; 2003).

De acordo com Corrêa Júnior et al. (1994), fatores de ordem genética ou endógena são os que dependem da carga genética de cada planta, diferente para cada espécie, e fazem com que cada espécie tenha uma composição química diferente.

Fatores fisiológicos interferem intensamente na produção de óleo essencial. Variáveis como idade da planta e ciclo fenológico são determinantes na quantidade e qualidade dos compostos químicos vegetais, uma vez que enzimas, hormônios e outros compostos são produzidos, degradados e/ou reelaborados para expressar respostas fisiológicas, que são características de cada uma dessas fases (Ming, 1996).

Estas modificações ocorrem nas formas anatômicas e morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. É grande a atenção ao comportamento bioquímico das plantas (que pode envolver o metabolismo primário e secundário e promover uma ou mais alterações bioquímicas das células das plantas) e sua adaptação aos diferentes ambientes (Dey & Harborne, 1977).

Fatores externos, como temperatura, pluviosidade, vento, solo, latitude, altitude e época estacional interferem de forma significativa na elaboração desses compostos (Pinto & Bertolucci, 2002).

A luz atua de forma significativa e complexa e influencia no acúmulo e na variedade dos componentes dos óleos essenciais, uma vez que afeta direta ou

indiretamente a produção de fitomassa, a proporção de órgãos e as vias biossintéticas destes metabólitos secundários.

Em *Thymus vulgaris* L., observou-se que a radiação estimulou a formação de tricomas, o que é pré-requisito para o acúmulo de óleo essencial nessa espécie (Yamaura et al, 1989). Observou-se, ainda, aumento na produção de óleo essencial em *Mentha piperita* em condições de alta intensidade luminosa (Clark & Menary, 1980). O teor de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. foi maior quando essa espécie foi cultivada sob maior nível de radiação (Ming, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Época e localização do experimento

O presente trabalho foi conduzido no período de setembro de 2006 a maio de 2007, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal, em Lavras. 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. Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, com duas estações bem definidas, uma fria e seca, de abril a setembro e uma quente e úmida, de outubro a março.

3.2 Material Vegetal

As mudas de *M. suaveolens* foram produzidas por meio de planta-matriz proveniente do Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras, foram utilizadas micro estacas apicais em torno de 3 cm a 5 cm de comprimento e 2 mm a 3 mm de diâmetro, e postas para enraizar em bandejas de poliestireno de 72 células, contendo substrato comercial Plantmax®. O transplante das micro-estacas ocorreu um mês após o enraizamento.

As mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 5L. O substrato utilizado foi uma mistura de 50% terra de subsolo, 30% de esterco bovino e 20% de areia.

As plantas foram cultivadas em viveiros, nos quais foram submetidas a 50% de sombreamento, com uso de telas coloridas e um tratamento pleno sol como testemunha.

Os tratamentos utilizados constituíram-se de diferentes telas quanto ao espectro de luz transmitido, porém com o mesmo índice de sombreamento, de 50%. Os telados estavam completamente isolados entre si, com distância mínima

de 3 m, evitando interferência direta da luz de um tratamento no outro. Os tratamentos foram:

- Tratamento 1: a pleno sol (100% de luz).
- Tratamento 2: tela negra convencional de 50% de sombreamento.
- Tratamento 3: malha vermelha de 50% de sombreamento.
- Tratamento 4: malha azul de 50% de sombreamento.

A coleta ocorreu três meses após o início do enraizamento.

3.3 Características fisiológicas

As análises de teor de clorofila e teor de carotenóides foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Metabolismo do Setor de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da UFLA.

3.3.1 Teor de clorofila

Para a determinação do teor de clorofila, foram coletadas folhas de *M. Suaveolens*, do quinto nó, ao acaso; essas folhas foram acondicionadas em papel-alumínio e mantidas 4 °C, picadas e pesadas para as quantificações de clorofila *a*, *b* e total.

Em torno de 200 mg de folhas, localizadas no quinto nó, sem a nervura central e sem a bordadura, foram maceradas com acetona 80% (v/v), extrato filtrado em lã de vidro, volume ajustado para 10 ml. Os teores de clorofilas foram obtidos conforme metodologia de Arnon (1949).

Em que:

$$\text{Clorofila a} = [12,7 \times A663 - 2,69 \times A645] \times V/1000 \text{ W}$$

$$\text{Clorofila b} = [22,9 \times A645 - 4,68 \times A663] \times V/1000 \text{ W}$$

A = absorvância dos extratos nos comprimentos de onda indicados.

V = volume final do extrato clorofiliano-cetônico.

W= massa fresca em gramas do material vegetal utilizado.

3.3.2 Teor de carotenóides

Para a determinação do teor de carotenóides, foram coletadas folhas de *M. Suaveolens*, do quinto nó, ao acaso; essas folhas foram acondicionadas em papel-alumínio e mantidas sobre refrigeração, picadas e pesadas para a quantificação de carotenóides.

A extração e a quantificação dos carotenóides foram realizadas segundo a metodologia descrita por Duke & Kenyon (1986). Os teores de carotenóides foram quantificados utilizando-se os coeficientes de absorvidade molar de Sandmann & Borger (1983).

Para a extração, foram utilizados 500 mg de folhas picadas por tratamento, que foram macerados em cadinho com pistilo, em 10 mL de hidróxido de potássio solubilizado em metanol (6% p/v). Em seguida, os extratos foram centrifugados a 5.000 g por 5 minutos, sob temperatura de 10 a 20°C, com ressuspensão, sendo o sobrenadante depositado em tubo de ensaio. Para a extração dos pigmentos, o extrato foi particionado com 3 mL de éter de petróleo, com agitação vigorosa. Coletou-se a fase superior e o extrato pôde ser particionado repetidamente por mais duas vezes, sendo reunidos e a leitura espectrofométrica foi realizada a 445nm.

3.4 Características anatômicas

As características anatômicas foram avaliadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Fitopatologia e no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia.

3.4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As preparações das amostras e as observações para MEV foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultra-estrutural (LME) do Departamento de Fitopatologia Da UFLA.

Para a observação da superfície foliar quanto à presença de tricomas glandulares e não-glandulares e contagem de estômatos, coletaram-se 8 folhas de cada tratamento, localizadas no 4º nó abaixo do ápice da planta, das quais foram retirados fragmentos da região mediana, com aproximadamente 0,5 mm², os quais foram fixados em solução Karnovisk's por um período de 24 horas; em seguida, os fragmentos de folhas foram lavadas em tampão cacodilato a 0,05 M por três vezes de 10 minutos cada um e pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 1%, durante 4 horas. Para a observação das estruturas internas da folha, foram realizados cortes transversais em alguns fragmentos em nitrogênio líquido. Posteriormente, as amostras foram desidratadas em acetona (25%, 50%, 75%, 90% e 100% três vezes por 10 minutos), submetidas ao ponto crítico de dessecação de CO₂ em equipamento BAL-TEC, CPD-03; fixadas no suporte metálico com cola de prata e recobertas com ouro metálico (10nm) em aparelho BAL-TEC, SCD-050. O material foliar preparado foi observado e eletromicrografado em microscópio eletrônico de varredura LEO-EVO 40, XVP. Para a determinação da densidade de tricomas, foram escolhidos, aleatoriamente, 10 campos de observações com mesma área (0,678 mm²) nas epidermes adaxial e abaxial.

3.4.2 Microscopia de luz (ML)

As preparações das amostras para ML foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultra-Estrutural (LME) do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras MG, e as observações foram feitas no Setor de Botânica Estrutural.

Fragmentos de 1 mm² foram retirados de 8 folhas de cada tratamento, localizadas no 8º nó abaixo do ápice, imersos em solução fixativa (Karnoviskys modificado), pH 7,2 por um período de 24 h, lavados em tampão cacodilato (três vezes de 10 min), pós-fixados em tetróxido de ósmio 1% em água por 1 hora, lavados por duas vezes de 15 min em água destilada, transferidos para solução a 0,5 % de acetato de uranila durante 12h a 4°C, e em seguida, lavados novamente em água destilada e desidratados em gradiente de acetona (30, 50, 70, 90 e 100 % por três vezes). Em seguida, o material foi incluído em gradiente crescente de Spurr/acetona 30 % (8h), 70 % 12 h e 100 % duas vezes por 24 h cada, sendo os espécimes montados em moldes e colocados para polimerizar em estufa a 70°C por 48 h.

Os blocos obtidos foram levados a um aparelho de “Trimming” para a retirada dos excessos. Em seguida, secções semifinas (0,85µm) foram cortadas usando-se um ultramicrotomo Reichert-jung (ultracut E), com o auxílio de navalha de diamante. Os cortes semifinos foram coletados com anel de ouro, colocados em lâminas de vidro, coloridos com azul de toluidina (1g azul de toluidina, 1 g borato de sódio e 100 mL água) e filtrados em filtro Millipore (0,2µm) e montados permanentemente em meio Permount.

Foram avaliadas as espessuras da epiderme das faces adaxial e abaxial, dos parênquimas paliádico e lacunoso e do limbo, em dez cortes, com dez repetições.

3.5 Análise de Crescimento

As características fitotécnicas foram analisadas em viveiro no Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal, e no Departamento de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras.

3.5.1 Altura das plantas

A variável altura foi medida do colo ao ápice da planta utilizando-se uma trena graduada em mm.

3.5.2 Diâmetro do caule

O diâmetro do caule foi avaliado a 1 cm do solo e medido com paquímetro.

3.5.3 Massa seca do caule, das folhas e da raiz

As plantas foram separadas em folhas, caule e raízes. Todo o material foi acondicionado em sacos de papel kraft devidamente identificados e colocado em estufa com circulação forçada de ar a $40 \pm 3^\circ\text{C}$, até peso constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 10^{-4} g, para quantificar a distribuição de biomassa nas partes da planta, em 10 plantas de cada tratamento.

3.5.4 Área foliar

Para verificação da área foliar foi, utilizado um aparelho Licor Li 3100 no Departamento de Agricultura, no Setor de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras. A razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE) foram determinadas a partir dos valores de área foliar (A) expressos em cm^2 , peso de matéria seca da planta (P) e peso de matéria seca das folhas (Pt), ambos expressos em g, empregando-se as seguintes equações, de acordo com Benincasa (1988): $\text{RAF}=\text{A}/\text{P}$ $\text{RPF}=\text{Pt}/\text{P}$ $\text{AFE}=\text{A}/\text{Pt}$.

3.6 Extração de óleo essencial

A extração de óleo essencial de *M. suaveolens* foi realizada no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA.

As folhas das plantas, após serem coletadas, foram acondicionadas em sacos de papel kraft, devidamente identificadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a $40 \pm 3^\circ\text{C}$, até peso constante.

Para a extração do óleo, foi utilizado o método de hidrodestilação em aparelho Clevenger. Pesaram-se 20g do material vegetal seco, os quais foram colocados em balão volumétrico de 1000 mL e a eles acrescentado um volume de 750 mL de água destilada.

Após o período de extração, que foi de 1h30 após o início da fervura, o hidrolato obtido foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, com 3 porções de 25 mL de diclorometano (cada após repouso de 20 minutos, totalizando 60 minutos por repetição). As frações orgânicas de cada repetição foram reunidas e secas com sulfato de magnésio anidro em excesso. O sal foi removido por filtração simples com papel de filtro, e o solvente evaporado à temperatura ambiente em capela de exaustão de gases até alcançar peso constante, sendo os frascos envoltos em papel-alumínio, obtendo-se o óleo essencial purificado.

Diante da massa obtida, determinou-se o teor percentual do óleo essencial nas folhas de *Mentha suaveolens* pela fórmula:

$$T\% = \text{Massa do óleo(g)} / 20\text{g} \times 100.$$

3.7 Análise estatística

Os ensaios foram conduzidos seguindo o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com os tratamentos representados por quatro espectros luminosos (pleno sol e telas coloridas: preta, 50%; azul, 50%; e vermelha, 50%).

Foram feitas análises de variância, tendo as médias sido comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para realização das análises de variância e dos testes de comparação de médias, utilizou-se o programa SISVAR 4.3 (Ferreira, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características fisiológicas

4.1.1 Teor de clorofila

Pela análise dos teores de clorofilas e carotenóides, verificou-se variabilidade nos tratamentos submetidos a diferentes espectros luminosos (Tabela 1).

TABELA 1: Teores de clorofila *a*, *b*, total e relação clorofila *a/b* em plantas de *Mentha suaveolens* submetidas a diferentes condições de luminosidade. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Condição de luminosidade	Clorofila a (mg.g ⁻¹ MF) CV	Clorofila b (mg.g ⁻¹ MF)	Clorofila total (mg.g ⁻¹ MF)	Relação clorofila a/b
Pleno Sol	6.5922 c	1.0830 d	7.6737 d	6.0993 a
Preto	7.9747 b	1.5693 c	9.5420 c	5.1028 b
Azul	9.3341 a	3.1124 b	12.4436 b	3.0017 c
Vermelho	8.4149 b	5.6866 a	14.0975 a	1.4966 d
Média Geral	8,07	2,86	10,93	3,92
CV (%)	4,99	11,33	4,68	6,34

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

Em plantas cultivadas a pleno sol, os teores de clorofilas *a* e *b* e total foram reduzidos em relação às plantas cultivadas sob telas preta, azul e vermelha.

Lima Júnior (2004), estudando a concentração de clorofila em plantas jovens de *Cupania vernalis*, observou que maiores valores de clorofila total e clorofila *a*, na mesma unidade desta pesquisa, foram encontrados em folhas submetidas a sombreamento. Esse mesmo autor relatou que a concentração de clorofila *b* foi menor em plantas cultivadas a pleno sol, o que favoreceu uma maior relação clorofila *a/b*. Diversos trabalhos, como os de Castro (2002), Engel

& Poggiani (1991) e Lee et al. (2000), também relatam menores teores de clorofilas em plantas cultivadas a pleno sol em relação às sombreadas.

Nas plantas sombreadas, as que apresentaram maior teor de clorofila *a* foram as cultivadas em tela azul, seguidas das telas preta e vermelha, estas não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 1). As plantas que apresentaram maior teor de *clorofila b* foram as cultivadas em tela vermelha, seguidas das telas azul e preta. Segundo Whatley & Whatley (1982), uma maior proporção relativa de clorofila *b* pode ser vantajosa para as plantas cultivadas sob sombreamento, uma vez que permite uma maior eficiência da absorção de luz menos intensa, e uma ampliação do espectro da ação da fotossíntese.

As plantas cultivadas a pleno sol apresentaram uma maior razão clorofila *a/b*, do que aquelas cultivadas sob telas. A razão entre clorofila *a* e *b*, de maneira geral, tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa (Boardman, 1977; Kramer, 1979), devido a uma maior proporção relativa de clorofila *b* em ambientes sombreados, que pode estar associada à sua degradação mais lenta em relação à clorofila *a* (Engel & Poggiani, 1991). O aumento da proporção de clorofila *b* é uma característica importante de ambientes sombreados, uma vez que ela capta energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, maximizando, assim, a captura de luz que efetivamente atua nas reações. Tendências semelhantes foram obtidas por Atroch (1999), Castro (2002), Gomes (2004) e Lee et al. (2000).

A diferença encontrada entre os teores de clorofila *a* e *b* e total, bem como na razão clorofila *a/b* nas plantas de *Mentha suaveolens*, evidenciam que essa espécie dispõe de diferentes estratégias no acúmulo e uso dos pigmentos fotossintéticos em diferentes condições de luminosidade.

4.1.2 Teor de carotenóides

Os carotenóides são pigmentos que funcionam como fotoprotetores por meio do rápido *queching* dos estados excitados da clorofila (Taiz & Zeiger, 2004).

Plantas cultivadas a pleno sol foram as que tiveram maior teor de carotenóides (Tabela 2).

Gonçalves et al. (2001), trabalhando com mogno, verificaram que os teores de carotenóides expressos em unidades semelhantes as deste trabalho foram sempre maiores no ambiente a pleno sol.

O menor teor de carotenóides foi observado em plantas de *M. suaveolens* cultivadas sob telas, independentemente da cor (Tabela 2).

TABELA 2: Teores de carotenóides em folhas de plantas de *Mentha suaveolens* submetidas a diferentes condições de sombreamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Condições de luminosidade	Carotenóide ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF)
Pleno Sol	1759.95 a
Preto	1548.30 b
Azul	1485.53 b
Vermelho	1463.33 b
Média Geral	1564,28
CV (%)	6,26

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

Garcia-Plazzola et al. (2001), em trabalhos com *Quercus ilex*, observaram aumentos consideráveis nos teores de carotenóides e antioxidantes em folhas a pleno sol, em relação às folhas de sombra, e atribuíram esse fenômeno à capacidade de resistência à fotooxidação por excesso de luz.

Todos os carotenóides absorvem fortemente a energia na mesma faixa, região do espectro de radiação (do ultravioleta ao azul), mas a forma do espectro

de absorção de cada carotenóide é única. Constituem integralmente as membranas dos tilacóides e estão, em geral, intimamente associados aos pigmentos protéicos das antenas e dos centros de reação. A luz absorvida pelos carotenóides é transferida à clorofila para o processo de fotossíntese (Weaver & Wrigley, 1994).

4.2 Análise de Crescimento

Foi possível observar que plantas cultivadas a pleno sol têm altura inferior às plantas cultivadas sob telas preta, azul e vermelha, nestas a maior altura foi nas plantas cultivadas em telas preta e azul (Tabela 3).

TABELA 3. Valores médios de altura, diâmetro do caule, área foliar específica (AFE), razão área foliar (RAF) e razão de peso foliar de *Mentha suaveolens* submetidas a diferentes espectros luminosos. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Espectros luminosos	Altura (cm)	Diâmetro Do caule (cm)	AFE (cm²/g)	RAF (cm²/g)	RPF (g)
Pleno Sol	49.66 c	0,56 a	157.67 b	41.95 c	0.27 a
Vermelho	82.16 b	0,58 a	215.67 b	70.31 b	0.31 a
Preto	89.50 a	0,58 a	305.16 a	92.69 a	0.32 a
Azul	89.83 a	0,61 a	264.68 a	88.22 a	0.33 a
Média Geral	77,79	0,58	235,79	73,29	0,31
CV (%)	7,75	14,16	22,80	16,22	15,20

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

Respostas parecidas foram incrementados em vários outros trabalhos, em que os parâmetros de crescimento foram promovidos pelo aumento das condições sombreadas (Felfili et al., 1999; Barbosa et al., 1999; Atroch et., 2001; Campos & Uchida, 2002; Alvarenga et al., 2003).

Esse mesmo comportamento também foi observado nos estudos de Pushpakumari & Sasidhar (1992) com *Doscorea alata*, *D. esculenta* e *Xanthosoma sangittifolium* e por Muroya et al. (1997) com *Calophyllum*

angulare, em que as maiores alturas observadas sob sombreamento, provavelmente, deveram-se ao aumento da dominância apical, em decorrência do decréscimo de fotoassimilados e dos maiores níveis de auxina.

O efeito das telas coloridas sobre o crescimento das plantas já havia sido observado para outras espécies. Em *Pittosporum variegatum*, as telas vermelha e azul com 50% de sombreamento exercem maior efeito; a tela vermelha proporcionou maior crescimento dos galhos; e a azul, desenvolvimento mais lento da planta (Oren-Shamir et al., 2001).

As plantas de *Mentha suaveolens* não tiveram diferença nos resultados de diâmetro do caule sob os diferentes espectros luminosos a que foram submetidas (Tabela 3).

Segundo Naves (1993), o crescimento em diâmetro está mais relacionado com a fotossíntese líquida do que com o crescimento em altura e depende do acúmulo de carboidratos e de um balanço favorável entre a fotossíntese líquida e a respiração.

A AFE é o componente que relaciona a superfície da folha com a sua massa seca, sendo também um indicativo da espessura da folha e estima a proporção relativa da superfície assimilatória e os tecidos de sustentação e condutores da folha. Observou-se que a AFE foi mais reduzida nas plantas cultivadas a pleno sol e sob tela vermelha (Tabela 3), indicando que as folhas de *M. suaveolens* tornam-se menos espessas quando as folhas são mantidas em telas azul ou preta. Larcher (2004) afirma que plantas que desenvolvem folhas mais espessas apresentam um metabolismo mais ativo, e como consequência, essas folhas apresentam uma maior produção de matéria seca com um maior conteúdo energético.

A razão de área foliar (RAF) é um componente morfofisiológico que expressa a área foliar útil para a fotossíntese; esses valores foram inferiores nas plantas cultivadas a pleno sol, e resultados semelhantes foram obtidos por

Vlahos et al. (1991) para três diferentes cultivares de *Archimene*; por Muroya et al. (1997), em estudo com *Calophyllum angulare* A.C. Smith; e por Farias et al. (1997), em *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, que verificaram um rápido aumento da superfície fotossintetizante como forma de as plantas assegurarem um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas, fato semelhante relatado por Peterson (1980).

Não houve diferença significativa para a RPF entre os tratamentos.

4.2.1 Massa seca

As plantas cultivadas sob tela azul e tela vermelha acumularam maior quantidade de massa seca do que aquelas cultivadas sob tela preta e a pleno sol (Tabela 4), mostrando que a produção de massa total em plantas de *M. suaveolens* foi influenciada tanto pela qualidade espectral da luz solar como pela intensidade. Outros autores também verificaram que algumas espécies são capazes de maximizar a produção de matéria seca com a diminuição da radiação, como em *Achimenes* (Vlahos et al., 1991), *Rumex obtusifolius* (Jeangros & Nosberger, 1992) e *Cynosurus cristatus* (Cooley et al., 2000).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), as plantas utilizam a luz azul como fonte de energia e como um sinal que fornece informações sobre o ambiente. Tais informações são traduzidas em processos metabólicos, que permitem às plantas alterar seu crescimento e desenvolvimento.

TABELA 4: Massa seca (g) de raiz, caules, folhas, total e relação raiz/parte aérea de plantas jovens de *M. suaveolens* submetidas a diferentes condições de luminosidade. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Condição de sombreamento	Massa seca (g)				Razão raiz/parte aérea
	Folhas	Caules	Raízes	Total	
Pleno Sol	4.24 b	5.24 b	6.21 a	15.70 b	0.65 a
Preto	4.68 b	6.85 b	3.45 b	15.00 b	0.29 b
Azul	6.96 a	9.86 a	4.10 b	20.93 a	0.24 b
Vermelho	6.93 a	8.42 a	5.98 a	21.34 a	0.38 b
Média Geral	5,70	7,59	4,94	18,24	0,40
CV (%)	17,38	17,57	25,80	14,08	28,42

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

Larcher (2004) afirma que plantas de sol estão mais aptas a utilizar maiores intensidades de radiação graças à elevada capacidade de transporte do sistema eletrônico e, dessa forma, conseguem maiores ganhos fotossintéticos.

Pelo teste de médias revelou-se maior acúmulo de massa seca de folhas em plantas submetidas à tela azul e vermelha (Tabela 4). O fato de esses valores para folhas e total serem maiores em plantas cultivadas sob tela azul e vermelha permite inferir que a maior eficiência fotossintética das plantas de *M. suaveolens* ocorre nesses ambientes.

O maior acúmulo de massa seca do caule foi encontrado nas plantas cultivadas sob tela vermelha e azul (Tabela 4).

Plantas de *M. suaveolens* cultivadas a pleno sol e sob tela vermelha tiveram maior massa seca da raiz (Tabela 4). A menor distribuição de massa seca para raízes sob baixas condições de radiação resulta em uma resposta a atributos que melhoram o ganho de carbono sobre irradiância, como um aumento na área foliar ou que reflita uma estratégia buscando luminosidade,

como um aumento na altura (Thompson et al., 1992). A maior razão raiz/parte aérea ocorreu em plantas submetidas a pleno sol, indicando uma alocação preferencial de matéria seca para o sistema radicular. Muitos autores descrevem, em diferentes espécies, que plantas cultivadas a pleno sol alocam maiores percentuais de massa seca para o sistema radicular. A menor distribuição de massa seca para raízes sob baixas condições de radiação resulta em respostas que aumentam o acúmulo de carbono, como um aumento na área foliar, ou que reflitam uma estratégia buscando luminosidade, como aumento na altura (Almeida et al., 2001; Dias-Filho, 1997; Walters et al., 1993).

As plantas a pleno sol alocam maiores percentuais de massa seca para o sistema radicular, inferindo-se que ocorre efeito estimulante na translocação para a raiz, conforme Dias Filho (1997).

Em vários trabalhos, pode-se verificar maior acúmulo de massa seca no sistema radicular de plantas cultivadas no tratamento a pleno sol (Groninger et al., 1996; Ke & Weryer, 1999). Almeida (2001), estudando aspectos fisiológicos do crescimento inicial de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana*, constatou que as relações raiz/parte aérea de massa seca foram maiores nas condições de 50% de sombreamento. Segundo Claussen (1996), plantas da mesma espécie com sistemas radiculares mais desenvolvidos em determinada condição têm mais habilidade de aclimatação, devido a maior superfície e, conseqüentemente, maior absorção de água e nutrientes minerais, estratégia que garante maior capacidade para suportar maiores taxas de fotossíntese e transpiração que ocorrem nesses ambientes.

4.3 Microscopia de luz (ML)

A folha de *M. suaveolens* foi caracterizada como dorsiventral, anfiestomática, epiderme unisseriada nas duas faces foliares (Figura 1).

TABELA 5: Espessura média da epiderme das faces adaxial e abaxial, parênquima paliçádico e esponjoso e limbo foliar de *M. suaveolens* submetidas a diferentes espectros luminosos. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Condição de sombreamento	Espessura (µm)					
	Ep Ad	Ep. Ab	Par. Pal	Par Esp	Mesofilo	Limbo foliar
Pleno Sol	20.67 a	10.63 a	63.64 a	35.16 b	98,80 a	130.11 a
Preto	14.58 b	8.47 b	33.28 b	24.70 c	57,98 d	81.04 d
Azul	19.40 a	12.32 a	37.24 b	48.58 a	85,82 b	117.55 b
Vermelho	19.46 a	10.80 a	35.53 b	42.47 a	78,00 c	108.27 c
Media Geral	18,53	10,55	42,42	37,72	80,15	109,24
CV (%)	20,75	26,55	13,41	19,68	6,67	5,73

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

As folhas das plantas cultivadas a pleno sol e sob tela azul e vermelha tiveram maiores espessuras da epiderme adaxial, o mesmo ocorrendo com a epiderme abaxial; o sombreamento com tela preta causou redução nas espessuras das epidermes, pois intensidade menor de luz requer menor proteção (Tabela 5 e Figura 1). A anatomia da folha é altamente especializada para a absorção de luz, a epiderme é transparente à luz visível e suas células são, com frequência, convexas (Figura 1). As células epidérmicas convexas podem atuar como lentes à luz, de modo que a quantidade de fótons que atinge alguns dos cloroplastos pode ser, muitas vezes, maior do que a quantidade na luz ambiente (Volgelmann et al., 1996). Por manter contato direto com o ambiente, a epiderme está sujeita às modificações estruturais em decorrência de vários fatores ambientais.

O mesofilo foi maior em plantas cultivadas a pleno sol, podendo-se inferir que ele está associado a AFE e a RAF em que plantas cultivadas a pleno sol necessitam de uma menor área folia específica e de uma menor razão área foliar, por estarem em condições de luminosidade total. Folhas de plantas crescidas em ambientes ensolarados são menores, mais espessas e têm mais massa por unidade de área em relação às cultivadas à sombra. Esse fato se deve,

provavelmente, à taxa fotossintética mais elevada a pleno sol, em comparação com as plantas crescidas à sombra (Boardman, 1977; Bjorkman, 1981). *M. suaveolens* tem plasticidade fenotípica em relação à luz, verificada pelos ajustes das características anatômicas de espessamento foliar em razão das telas coloridas às quais foram submetidas.

O aumento na espessura da folha, especialmente pela alongação ou adição de células do parênquima paliçádico, tem sido ligado a uma redução na resistência do mesófilo ao dióxido de carbono (Nobel, 1977) e correlacionado ao aumento de fatores potencialmente limitantes do processo fotossintético (como, por exemplo, Rubisco, transportadores eletrônicos, condutância estomática) (Bjorkman, 1981).

Plantas cultivadas a pleno sol tiveram maior espessura do parênquima paliçádico, células dessa porção mais alongadas formando um padrão clássico de resposta e de adaptação das plantas à alta intensidade luminosa (Lee et al. 2000), o que evidencia a plasticidade adaptativa da espécie *M. suaveolens*. Folhas de *Nauclea* (Rubiaceae), crescendo em alta densidade de fluxo de fótons, apresentaram um mesófilo paliçádico muito bem desenvolvido, constituído de duas camadas de células, e quando cresceram sob baixa densidade de fluxo de fótons, apresentaram apenas uma camada de células (Ridloch et al., 1991).

De acordo com Taiz & Zeiger (2004), as folhas de plantas cultivadas ao sol são mais espessas, com maior desenvolvimento da cutícula, e têm as células paliçádicas mais longas.

Em plantas cultivadas sob telas azul e vermelha, observou-se menor espessura do limbo foliar. Segundo Nery (2006), a lâmina foliar é a estrutura que mais se modifica em resposta às alterações ambientais e constitui o principal sítio na produção de fotoassimilados. Em plantas cultivadas a pleno sol, observou-se uma maior espessura do limbo foliar, em outros trabalhos (Almeida, 2001; Bolhar, 1993) observaram, em experimentos com alterações espectrais,

que, na maioria dos casos, verifica-se redução da espessura foliar sob radiação vermelha. Nas plantas crescidas em altas intensidades luminosas, o mesofilo é, geralmente, mais desenvolvido, com as células do parênquima paliçádico mais altas e justapostas. Zanela (2001) observou que plantas de *Hymenaea courbbaril*, *Maclucra tinctoria* e *Acácia mangium*, quando cultivadas a pleno sol, apresentam folhas mais espessas devido ao aumento do mesofilo e dos parênquimas paliçádico e esponjoso.

A luz influencia a anatomia foliar tanto nos primeiros estádios de desenvolvimento quanto no estágio adulto, pois a folha é um órgão bastante plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições de luz do ambiente. A influência da luz sobre a anatomia foliar pode ser avaliada de acordo com a intensidade, a qualidade.

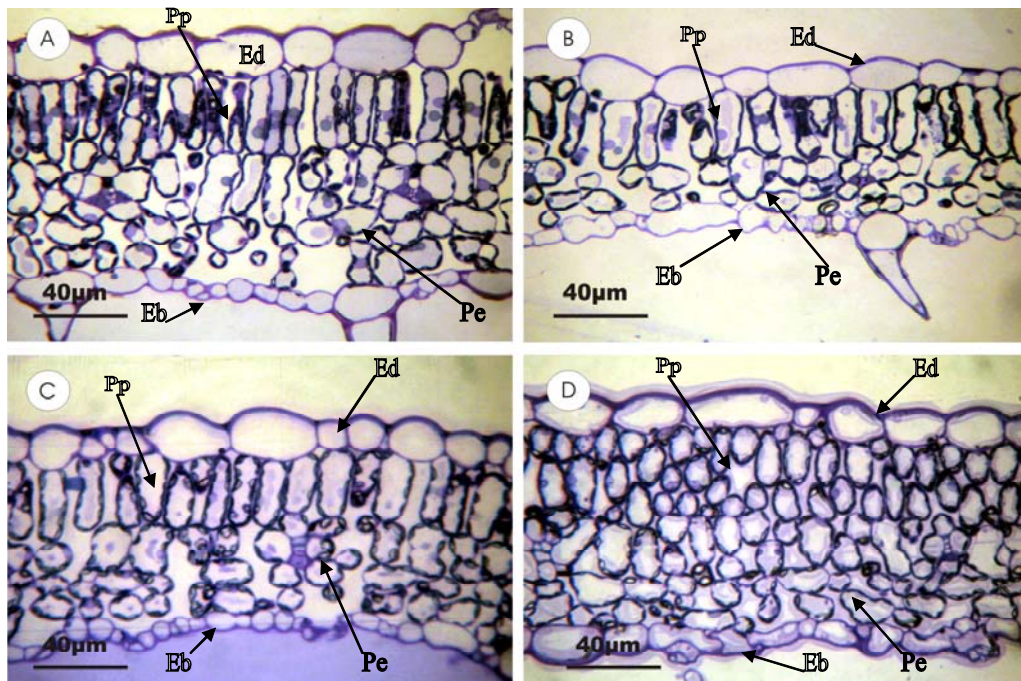


FIGURA 1: Fotomicrografia de seções transversais em cortes semifinos de lâminas foliares de *M. Suaveolens* submetidas a diferentes níveis de

sombreamento. Ed (Epiderme adaxial), Eb (Epiderme abaxial), Pp (Parênquima paliádico) Pe (Parênquima esponjoso). A (pleno sol) B (tela preta) C (tela vermelha) D (tela azul). Barra corresponde a 40 µm. UFLA, Lavras, MG, 2007

4.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Pelas eletromicrografias tiradas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) da superfície de folhas de *M.suaveolens*, foi possível verificar grande quantidade de tricomas, sendo esses de dois tipos: tectores pluricelulares e tectores unicelulares. Esses tricomas foram observados tanto na face adaxial como na face abaxial, sendo encontrados em maior número na face abaxial. Foram observados também tricomas glandulares, dos tipos peltado e capitado, sendo esses observados apenas na face adaxial. Os estômatos foram observados e contados na face adaxial. O grande número de tricomas tectores na face abaxial impossibilitou a visualização dos estômatos e tricomas glandulares nesta face (Figura 2).

De acordo com Larcher (2004), a densa cobertura de tricomas sobre a superfície da folha ou a espessa parede celular no tecido epidérmico age como filtros capazes de modificar a radiação direta em luz difusa, minimizando o efeito da radiação intensa (Figura 2).

TABELA 6: Valores médios da densidade de estômatos e tricomas em plantas de *Mentha suaveolens* submetidas a diferentes condições de sombreamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Espectros luminosos	Número de estômatos	Número de tricomas tectores unicelulares	Número de tricomas tectores pluricelular	Número de tricomas glandulares totais
Pleno Sol	3,70 a	1,63 a	1,71 a	1,08 a
Vermelho	2,32 b	1,46 a	1,93 a	0,68 a
Preto	2,77 b	1,48 a	1,89 a	0,98 a
Azul	2,66 b	1,36 a	1,79 a	0,93 a
Média Geral	2,88	1,48	1,83	0,92 a
CV (%)	17,31	19,71	13,40	78,78

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

Visualmente, não se notou diferença entre os tratamentos na quantidade de tricomas tectores pluricelulares e unicelulares nas faces abaxial e adaxial (Figura 2), nem para tricomas glandulares totais, esses sendo do tipo peltado e capitado, observados na face adaxial nos tratamentos (Figura 3 e Tabela 6).

Os tricomas glandulares são estruturas secretoras de óleo essencial, freqüentemente presentes nas Lamiaceae, variando o número de células secretoras, o comprimento da célula peduncular, a quantidade do óleo secretado, a densidade e seu arranjo na epiderme (Metcalf & Chalk, 1983). Os tricomas glandulares peltados e capitados são diferentes quanto à morfologia, início e duração da atividade secretora, modo de secreção e tipo de material secretado.

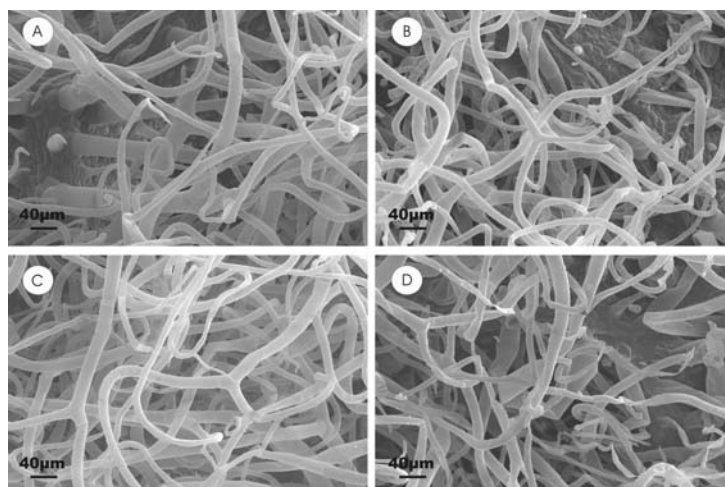


FIGURA 2. Eletromicrografia da epiderme da face abaxial de lâminas foliares de *M. suaveolens* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. A (pleno sol) B (tela preta) C (tela vermelha) D (tela azul). Barra corresponde a 40 µm. UFLA, Lavras, MG, 2007

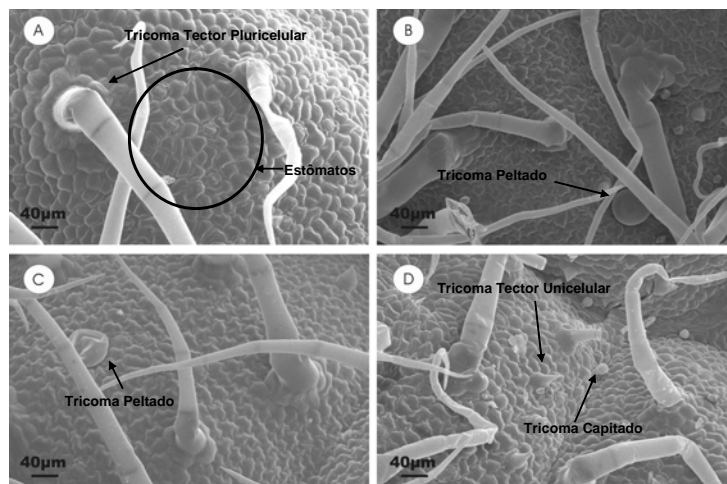


FIGURA 3. Eletromicrografia da epiderme da face adaxial de lâminas foliares de *M. suaveolens* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. A (pleno sol) B (tela preta) C (tela vermelha) D (tela azul). Barra corresponde a 40 µm. UFLA, Lavras, MG, 2007

Pelos resultados, pode-se inferir que as plantas cultivadas a pleno sol apresentaram as maiores médias na densidade estomática em relação às cultivadas nos demais níveis de sombreamento (Tabela 2). Esses resultados são semelhantes aos obtidos para outras espécies, nas quais geralmente ocorre um aumento na frequência e no índice estomático, à medida que se aumenta a intensidade luminosa (Björkman & Holmgren, 1963; Abrams & Mostoller, 1995; Castro et al., 1998). Almeida et al. (2004) encontraram, para a espécie *Cryptocarya aschersoniana*, comportamento similar ao relatado neste trabalho, com mudas apresentando maior número de estômatos por mm², quando cultivadas a pleno sol. Segundo Castro (2002), um aumento na densidade estomática pode permitir que a planta aumente a condutância de gases e, assim, evitar que a fotossíntese seja limitada sob diferentes condições de ambiente.

4.5 Teor de Óleo Essencial

Neste experimento não houve diferença significativa para *M. suaveolens* nos percentuais dos teores de óleo essencial em razão das alterações na intensidade e qualidade espectral da radiação (Tabela 6), podendo-se inferir que as condições de luminosidade, pleno sol, tela azul, tela vermelha e tela preta não serviram para maximizar a produção de óleo essencial.

TABELA 6: Teores de óleo essencial em folhas de plantas *M. suaveolens* submetidas a diferentes condições de sombreamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Condições de luminosidade	Teor de óleo essencial %
Preto	0.13 a
Pleno Sol	0.11 a
Azul	0.08 a
Vermelho	0.05 a
Média Geral	0,09
CV (%)	77,62

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

Duas espécies da família Lamiaceae foram estudadas por Li et al. (1996), que avaliaram a produção de óleo essencial sob diferentes condições de sombreamento. Em *Thymus vulgaris*, a produção de óleo foi maior nas plantas crescidas em luminosidade total, diminuindo com o decréscimo dos níveis de luz. Por outro lado, em *Salvia officinalis*, as plantas crescidas no sombreamento parcial apresentaram o maior teor de óleo.

5 CONCLUSÕES

As plantas jovens de *M. suaveolens* possuem plasticidade fisiológica e anatômica de acordo com os diferentes espectros luminosos.

O melhor desempenho vegetativo das mudas ocorreu sob condições de sombreamento.

As telas coloridas alteraram alguns parâmetros de crescimento em *M. suaveolens*, como a altura das plantas e o limbo foliar, o que evidenciou uma plasticidade fenotípica relacionada à qualidade espectral da luz.

Não houve diferença significativa entre os teores de óleo essencial nos tratamentos, podendo-se inferir que telas coloridas não influenciam na produção de óleo essencial em *M. suaveolens*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, n. 6, p. 361-370, June 1995.

ALMEIDA, L. P. de. **Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. sob diferentes níveis de radiação.** 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALMEIDA, L. P. de et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, jan./fev. 2004.

AMO, S. R. Del alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMES-POMPA, A.; AMO, S. R. del. **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Vera Cruz.** México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Alhambra Mexicana & A, 1985. p. 79-92.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, Jan. 1949.

ASHTON, M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, Cambridge, v. 121, n. 4, p. 587-596, Aug. 1992.

ATROCH, E. A. C. **Aspectos fisiológicos, anatômicos e biossíntese de flavonóides em plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes níveis de irradiância.** 1999. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. Submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, out./dez. 2001.

ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 53-57, jan./mar. 2003.

BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. Foraging for light: photosensory ecology and agricultural implications. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 820-825, June 1997.

BARBOSA, A. R.; YAMAMOTO, K.; VALIO, I. F. M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart. , Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 275-280, out. 1999.

BARREIRO, R.; GUAMET, J. J.; BELTRANO, J.; MONTALDI, E. R. Regulation of photosynthetic capacity of primary bean leaves by the red far red ratio and photosynthetic photon flux density of incident light. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 85, n. 1, p. 97-101, May 1992.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41 p.

BJÖRKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE, O.; NOBEL, P. S.; OSMONA, C. B.; ZIEGLER, H. (Ed.). **Physiological plant ecology. I. Responses to the physical environment**. New York: Springer-Verlag, 1981. p. 57-60. (Encyclopedia of Plant Physiology).

BJORKMAN, O.; HOLMGREN, P. Adaptability of photosynthetic apparatus to light intensity in ecotypes from exposed and shade habitats. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 16, n. 4, p. 889-915, 1963.

BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 355-377, 1977.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; DRAXLER, G. Functional leaf anatomy. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall. 1993. p. 91-112.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, mar. 2002.

CASTRO, E. M. et al. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphine**, Belo Horizonte, v. 8, n. 4, p. 31-35, dez. 1998.

CASTRO, E. M. **Alterações anatomicas, fisiologicas e fitoquimicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) sob diferentes fotoperiodos e níveis de sombreamento.** 2002. 221 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CLARK, R. J.; MENARY, R. C. Environmental effects on Peppermint (*Mentha piperia* L.) I. Effects of daylength, photon flux density, night temperature and day temperature on the yield and composition of peppermint oil. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 7, n. 6, p. 685-692, 1980.

CLAUSSEN, J. W. Acclimatation 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.

COOLEY, N. M. et al. Outdoor ultraviolet polychromatic action spectra for growth responses of *Bellis perennis* and *Cynosurus cristatus*. **Journal Photochem. Photobiol. Biology**, v. 59, p. 64-71, 2000.

CORRÊA JUNIOR, C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162 p.

CORREA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; SHEFFER, M. C. Importância do cultivo de plantas medicinais, condimentos e aromáticas. **SOB Informa**, Piracicaba, v. 9/10, n. 1/2, p. 23-24, 1 sem. 1994.

CRAVEIRO, A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S. **Óleos essenciais de plantas do nordeste.** Fortaleza: UFC, 1981. 210 p.

CRITCHLEY, C. Molecular adaptation to irradiance: the dual functionality of photosystem II. In: SINGHAL, G.S. et al. (Ed.). **Concepts in photobiology: photosynthesis and photomorphogenesis.** New Delhi: Narosa House, 1999. p. 573-587.

DEFILIPPS, R. Conservation of brazilian medicinal plants. In: Biological Conservation Newsletter. No. 193. January 2001. Plant Conservation Unit. Department of Botany. Smithsonian National Museum of Natural History, 2001.

- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 789-796, ago. 1997.
- DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. **Plant biochemistry**. London: Academic, 1997. 544 p.
- DUKE, S. O.; PAUL, R. N. Effects of dimethazone (FMC-57020) on chloroplast development. II. Ultrastructural effects in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) primary leaves. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 25, n. 1, p. 1-10, Feb. 1986.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- FARIAS, V. C. C. et al. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.
- FELFILI, J. M. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, out. 1999.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4. 0. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciências Exatas, 1999. Software estatístico.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPV, 1985. p. 181-209
- GAJEGO, E. B. et al. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, BA, 2001. 1CD-ROM.
- GARCIA-PLAZAOLA, J. I.; ARTETXE, U. Diurnal changes in antioxidant and carotenoid composition of storage and biosynthesis of phenylpropanes in sweet basil. **Plant Physiology**, Rockville, v. 125, p. 539-555, 2001.
- GOMES, I. A. C. **Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) 'Oeiras' sob influência do sombreamento por**

leguminosas. 2004. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES, J. F. C.; MARENCO, R.A.; VIEIRA, G. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tuka Bean under two light environments. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 149-157, 2001.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. **An introduction to genetic analysis**. New York: New York and Basingstoke, 1996. p 14-17.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, Chicago, v. 111, n. 982, p. 1169-1195, 1977.

GRINBERGER, A.; SHOMON, M.; GANELEVIN, R. **Shading nets tesing. Israel: "Torah Va'aretz"** Institute, Kfar Daron, 2000.

GRONINGER, J. W. et al. Growth and photosynthetic responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 9, p. 773-778, Sept. 1996.

HANBA, Y. T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, L. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant Cell and Enviroment**, Oxford, v. 25, n. 8, p. 1021-1030, Aug. 2002.

HOOK, I.; POUPAT, C.; AHOND, A.; GUENARD, D.; GURITE, F.; ADELIN, M. T.; WANG, X. P.; DEMPSY, D.; BRENILLET, S.; POTIER, P. Seasonal variation of neural and basic taxoid contents in shoots of European yew (*Taxus baccata*). **Phytochemistry**, Oxford, v. 52, n. 6, p. 1041-1045, Nov. 1999

IVANOVA, L. A.; P'YANKOV, V. I. Structural adaptation of the leaf mesophyll to shading. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 49, n. 3, p. 419-431, 2002.

JEANGROS, B.; NOSBERGER, J. Comparison of the growth response of *Rumex obtusifolius* L. and *Lolium perenne* L. to photon flux density. **Weed Res. Oxford**, v. 32, n. 4, p. 311-316, 1992.

JONES, R. H.; McLEOD, K. W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in Chinese tallow tree and Carolina ash seedlings. **Forest Science**, Bethesda, v. 36, n. 4, p. 851-862, 1940.

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

KE, G. Different responses to shade of evergreen and deciduous oak seedling and the effect on acorn size. **Acta Oecologica**, Berlin, v. 20, n. 6, p. 579-586, 1999

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

LEAL, T. C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J. F.; CARVALHO, A. J. C. Produção de biomassa e Óleo essencial em plantas de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., Poaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 61-64, 2003.

LEE, D. W.; BONE, S. T.; STORCH, D. Correlates of optical properties in tropical forest extreme shade and sun plants. **American Journal of Botany**, Ames, v. 77, n. 3, p. 370-380, Mar. 2000.

LEITE, I. T. A. **Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud.-Melastomataceae**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

LI, Y.; CRACKER, L.E.; POTTER, T. Effect of light on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 426, p. 419-429, 1996.

LIMA JÚNIOR, E. de C. **Germinação, armazenamento de sementes e fisiologia de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb.** 2004. 115p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia. Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOPES, R. C.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; CECON, P. R. Influência de três regimes hídricos na produção de óleo essencial em sete acessos de *Polygonum punctatum* Ell. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 3 n. 2, p. 7-10, abr. 2001.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 220 p.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2.ed. Oxford: Clarendon, 1983.

MING, L. C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. – Verbenaceae. In: _____. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentos: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. v. 1, p. 165-191.

MING, L. C. **Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função de fases de desenvolvimento, calagem e adubações mineral e orgânica em *Ageratum coyzooides* L.** 1996. 65 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. de M.; TAKAKI, M. ; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, jan./mar. 2000.

MORVILLO, C.; GIL, A. Relationships between plant density, biomass and essential oil production in seven *Aloysia citriodora* accessions from Argentina and Chile. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BREEDING RESEARCH ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS, 3.; LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON THE PRODUCTION OF MEDICINAL PLANTS AND CONDIMENTS, 2., 2004, Campinas. **Anais...** Campinas, 2004. p. A03-42.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Am.**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

NAKAZONO, E. M. et al. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.

NAVES, V. L. **Crescimento, distribuição de matéria seca, concentração de clorofilas e comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas à diferentes níveis de irradiação fotossinteticamente ativa**. 1993. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

NERY, F. C. **Aspectos da germinação, armazenamento de sementes, crescimento inicial e anatomia de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense***

Cambess. 2006. 173 p. Dissertação (Mestrado Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, MG.

NOBEL, P. S. Internal leaf area and cellular CO₂ resistance; photosynthetic implications of variations with growth conditions and plant species. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 40, n. 2, p. 137-144, 1977.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, YU, E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, May 2001.

PIEL, C.; FRAK, E.; Le ROUX, X. GENTY, B. Effect of local irradiance on CO₂ transfer in wainut. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 379, p. 2423-2430, Dec. 2002.

PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. **Cultivo e processamento de plantas medicinais**. Lavras: UFLA, 2002. 47 p.

PUSHPAKUMARI, R.; SASIDHAR, V. K. Influence of shade on the growth attributes of minor tuber crops. **JRoot. Crops**, v. 18, n. 1, p. 64-67, 1992.

RAJESWARA RAO, B.R. Biomass and essential oil yields of cornmint (*Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinvaud ex Holmes) planted in different months in semi-arid tropical climate. **Industrial Crops and Products**, v. 10, p. 107-113, 1999.

REIS, M. S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/Editora UFSC, 2003. p.43-74.

RIDDOCH, I.; GRACE, J.; FASEHUN, F. E.; RIDDOCH, B.; LADIPO, D. O. Photosynthesis and successional status of seedlings in a tropical semi-deciduous rain forest in Nigeria. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 79, n. 2, p. 491-503, June 1991.

SACRAMENTO, L. V. Reportagem ao natural. **Revista Isto É**, São Paulo, n. 1653, p. 102, 2001.

SAEBO, A.; MORTENSEN, L. M. The influence of elevated CO₂ concentration on growth of seven grasses and one clover species in a cool maritime climate. **Acta Agriculturae Scandinavia Section B-Sorland Plant Science**, Oslo, v. 46 n. 1, p. 49-54, Mar. 1996.

SANDMANN, G.; BOGER, P. Comparison of the Bleaching Activity of Norflurazon and Oxyfluorfen. **Weed Science**, Champaign, v. 31, n. 3, p. 338-341, June 1983.

SANTOS, E. A. M. Efeito da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula em Montes Claros – MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, jul. 2002. Suplemento, 2.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Efeitos do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platycomus regnelli* BENTH.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 265-270, set./dez. 1993.

SCHLUTER, U.; MUSCHAK, M.; BERGER, D.; ALTMANN, T. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 383, p. 867-874, Feb. 2003.

SHAHAK, Y. Análisis de redes sombreadas com diversas cualidades ópticas sobre la producción de flores. In: INFORME DEL PRIMER AÑO DEL FONDO DEL CIENTÍFICO JEFE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2004, Israel.

SIANI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C.; HENRIQUE, M. G. M. O.; RAMOS, M. F. S. Óleos essenciais. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Uberlândia, v 3, n. 16, p. 38-43, set./out. 2000.

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

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 1999. 821 p.

SIMS, D. A.; SEEMANN, J. R.; LUO, Y. Elevated CO₂ concentration has independent effects on **expansion** rates thickness of soybean leaves across light and nitrogen gradients. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, n. 320, p. 583-591, Mar. 1998.

SRIVASTAVA, R.K.; SINGH, A.K.; KALRA, A.; TOMAR, V.K.S.; BANSAL, R.P.; PATRA, D.D.; CHAND, S.; NAQVI, A.A.; SHARMA, S.; KUMAR, S. Characteristics of menthol mint *Mentha arvensis* cultivated on industrial scale in the Indo-Gangetic plains. **Industrial Crops and Products**, v. 15, p. 189-198, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

THOMPSON, W.A.; HUANG, L.K.; KRIEDEMANN, P.E. photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v. 19, p. 19-42, 1992.

TINOCO, C.; VASQUEZ-YANES, C. Diferencias en poblaciones de *Piper hispidus* bajo condiciones de luz contrastante en una selva alta perenifolia. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, R. S. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas em Vera Cruz**. Mexico. Alhambra Mexicana, 1985. t. 2, p. 267-281.

VAN DEN BERG, M. E. **Plantas medicinais na Amazônia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático. 2.ed.rev.aum. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993.

VLAHOS, J. C.; HEUVELINK, E.; MARTAKIS, G. F. P. Agrowth analysis study of three *Achimenes* cultivars grown under three light regimes. **Science Hort.**, v. 46, n. 3-4, p. 275-282, 1991.

VOGELMANN, T. C.; BORNMAN, J. R.; YATES, D. J. Focusing of light by leaf epidermal cells. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 98, n. 1, p. 43-56, Sept. 1996.

WALTERS, M. B.; KRUGER, E. L.; REICH, P. B. Growth, biomass distribution and CO₂ exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. **Ecologia**, Berlin, v. 94, p. 7-16, 1993.

WATANABE, C. H.; NOSSE, T. M.; GARCIA, C. A.; POVH, P. N. Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arraste a vapor e extração com etanol. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v.8, n.4, p.76-86, 2006.

WEAVER, E. C.; WRIGLEY, R. **Factores affecting the identification of phytoplankton groups by means of remote sensing**. Moffet Field: NASA, 1994. 121 p. (TM- 108799)

WHATLEY, F. H.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas: temas de biologia**. São Paulo: EDUSP, 1982. v. 30, 101 p.

World Wildlife Fund. **Caracterização florística do Município de Alto Paraíso-GO em locais de extrativismo de flores e frutos: extrativismo de flores do extrato herbáceo**. Brasília, 1998. 128 p. (Relatório Técnico Final).

YAMAURA, T.; TANAKA, S.; TABATA, M. Light-dependent formation of glandular trichlomes and monoterpenes in thyme seedlings. **Phytochemistry**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 741-744, Mar. 1989.

ZANELA, S. M. **Respostas ecofisiológicas e anatomicas ao sombreamento em plantas jovens de diferentes grupos ecológicos**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.