

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ANATÔMICA DE FOLHAS DE TOMILHO PROVENIENTES DE PLANTAS SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES LUMINOSAS

CHEMICAL AND ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF THYME LEAVES FROM PLANTS SUBJECTED TO DIFFERENT LIGHTING CONDITIONS

Ana Paula Soares Pinto SALGADO¹; Maria das Graças CARDOSO²; Evaristo Mauro de CASTRO³; Samísia Maria Fernandes MACHADO⁴; Luiz Gustavo de Lima GUIMARÃES⁵; Milene Aparecida ANDRADE⁶; Luiz Oliveira PASSOS⁷

1. Doutora pelo Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Departamento de Agricultura - DAG – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG, Brasil; 2. Professora, Doutora, Departamento de Química - DQI – UFLA, Lavras, MG, Brasil. mcardoso@dqi.ufla.br; 3. Professor, Doutor, Departamento de Biologia - DBI – UFLA, Lavras, MG, Brasil; 4. Professora, Doutora, Departamento de Química - DQI – Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, SE, Brasil; 5. Professor, Doutor, Departamento de Química - DQI, Universidade Federal do Tocantins- UFT, Gurupi, TO, Brasil; 6. Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Agroquímica, DQI – UFLA, Lavras, MG, Brasil; 7. Professor, Mestre, DQI – UFS, São Cristóvão, SE, Brasil.

RESUMO: Várias espécies de plantas possuem capacidade de desenvolver folhas com anatomias distintas quando cultivadas em diferentes condições de luz, as quais influenciam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das mesmas, causando alterações morfofisiológicas. Diante da falta de informação a respeito de como o fator ambiental interfere sobre a fisiologia do desenvolvimento e do metabolismo das plantas de *Thymus vulgaris*, este trabalho objetivou estudar os efeitos das intensidades luminosas de 100, 50 e 30%, na produção e no teor de timol de seu óleo essencial, em sua anatomia foliar e na produtividade de biomassa fresca. Maiores rendimentos de óleo essencial foram encontrados para os níveis de irradiância de 100 e 50%. Para as análises anatômicas observa-se que quanto maior o índice de irradiância maiores espessura do limbo foliar, do mesofilo e das faces adaxial e abaxial são alcançadas, resultando maior produção de biomassa fresca.

PALAVRAS-CHAVE: *Thymus vulgaris*. Timol. Anatomia foliar. Luminosidade.

INTRODUÇÃO

A espécie *Thymus vulgaris* L., popularmente conhecida como tomilho, é um subarbusto de altura entre 10 e 30 cm, muito aromático, possui caules lenhosos, eretos ou ascendentes, sendo bastante tortuosos, formando uma touceira muito cerrada. Suas folhas pequenas, lanceoladas ou lineares, enroladas nos bordos, e com flores de coloração rósea ou esbranquiçada, contidas em inflorescências globosas ou em espigas de verticilos interiores separados (CORREA, 1984).

Esta planta é muito utilizada na culinária e na medicina, sendo considerada um dos condimentos básicos para temperar carnes, verduras, queijos, saladas, pratos que levam vinho, molhos e legumes. Por outro lado, na medicina popular é utilizada como adstringente, expectorante, estimulante da digestão, contra espasmos, além de apresentar propriedades antissépticas, antifúngica, antioxidante e antimicrobiana (LORENZINI; MATOS, 2002).

Muitas atividades biológicas são relatadas para o tomilho, sendo que a grande maioria delas é devida à presença do composto timol, encontrado em teores normalmente elevados em seu óleo

essencial, presente nas folhas da planta. Este composto é considerado um agente antimicrobiano, sendo utilizado em várias formulações comerciais, motivo que torna importante a produção do óleo essencial desta planta. Além de suas folhas também são comercializadas com o propósito de serem utilizadas tanto na culinária, como de forma medicinal. Estes fatores fazem com que esta planta seja bastante cultivada para fins comerciais (GUARDA et al., 2011).

A energia da radiação exerce um efeito marcante sobre a anatomia foliar, tanto nos primeiros estágios de desenvolvimento, quanto no estágio adulto, pois a folha é um órgão de elevada plasticidade e sua estrutura interna adapta-se às condições de luz do ambiente. A influência da energia da radiação sobre a anatomia foliar pode ser avaliada com base na sua intensidade, qualidade e quantidade (SANTO; PUGIALLI, 1998; CASTRO et al., 2009).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), a luz é um recurso crítico para as plantas, podendo influenciar o seu crescimento e até mesmo a sua reprodução. Folhas da mesma planta expostas a regimes luminosos distintos, podem apresentar características anatômicas distintas, sendo que, em

geral, as folhas que crescem a pleno sol são mais espessas e apresentam células paliçádicas mais longas que aquelas cultivadas sobre condições de sombreamento (CASTRO et al., 2009).

Alguns trabalhos têm demonstrado que as várias espécies respondem diferentemente aos níveis de energia da radiação (CASTRO et al., 2007; DIGNART et al., 2009). Estas condições podem influenciar os teores dos compostos ativos encontrados em plantas com potencial medicinal (CASTRO et al., 2006).

Percebe-se, nas duas últimas décadas, uma grande produção científica correlacionando a incidência de luz ao desenvolvimento e as mudanças na anatomia das plantas em geral, sendo inexistentes os estudos sobre plantas de tomilho. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes intensidades luminosas no rendimento e no teor de timol presente no óleo essencial, além de avaliar o seu efeito na anatomia foliar e na produtividade de folhas frescas de tomilho (*Thymus vulgaris* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Identificação botânica e cultivo

Thymus vulgaris L. foi coletado no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As plantas foram identificadas taxonomicamente por meio de comparação com material existente no Herbário ESAL do Departamento de Biologia da UFLA, o qual se encontra depositado sob registro nº 17057.

O experimento foi conduzido em condições de campo no período de agosto de 2003 a fevereiro de 2004, no Setor de Plantas Medicinais - Horticultura/DAG da UFLA, situada a 918,87 metros de altitude, com latitude de 21° 14' sul e longitude de 45° oeste. Durante o período de duração do experimento a temperatura média apresentada foi de 21,0 °C, com precipitação pluviométrica de 2,91 mm e umidade relativa do ar de 71,8%.

As sementes de tomilho foram semeadas em bandejas contendo o substrato comercial Plantmax e mantidas em casa de vegetação. Decorridos 45 dias após a semeadura, obtiveram-se plantas com as seguintes características: 12 cm de altura, 1,25 ramos por planta, 6,75 nós por planta e massa fresca de 1,15 g. As bandejas foram retiradas da casa de vegetação e colocadas em pleno sol para aclimação das plantas por um período de duas semanas.

As mudas foram obtidas por meio de propagação por estacas, as quais foram retiradas das

plantas de tomilho com 60 dias após semeadura, por meio de estacas com 5 cm de comprimento com um par de folhas retiradas no terço médio dos ramos e colocadas em bandejas de células, para posterior transplante. Finalmente as mudas foram transferidas para canteiros com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,4 m entre plantas. Não foi realizada qualquer adubação, pois de acordo com a análise de solo, o solo apresentava características de fertilidade satisfatória para a cultura.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com três repetições, cada uma constituída por 10 plantas. As plantas foram submetidas a condições de pleno sol (100 % de irradiância) e dois níveis de sombreamento, utilizando sombrite com especificação comercial de 50% e 30%. A radiação em cada ambiente foi medida com aparelho SKP 200, marca HANSATECH e corresponderam a 31,92% e 50,36%, respectivamente. Estas recobriram a porção superior e lateral das armações de madeira as quais encontravam-se dispostas de tal forma que a maior medida tomasse a direção norte-sul, permitindo uma insolação mais uniforme nas plantas durante o dia.

Extração e caracterização química do óleo essencial

O óleo essencial foi extraído de plantas com 180 dias de idade, obtido pela técnica de arraste de vapor, utilizando-se o aparelho de Clevenger modificado, adaptado a um balão de fundo redondo com capacidade para 1 L. (GUIMARÃES et al., 2008). As extrações foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química da UFLA. As folhas das plantas foram colhidas, picadas, pesadas e uma amostra de 20 g do material foi utilizada para a extração do óleo essencial.

A extração do óleo essencial foi realizada mantendo-se a solução por duas horas em temperatura de ebulição. Após, o hidrolato foi coletado e o óleo essencial foi isolado da fase aquosa com diclorometano em funil de separação. Adicionou-se uma pequena porção (0,5 g) de sulfato de magnésio anidro à fase orgânica (óleo essencial e diclorometano). Esta foi filtrada e levada ao um evaporador rotatório marca Buchi R-114 sob pressão entre 200 e 300 mmHg. O óleo essencial obtido foi transferido para recipiente de vidro, previamente seco e pesado, e armazenado em estufa de 35 °C até atingir peso constante.

A porcentagem de óleo essencial (%) foi determinada com base na massa de óleo em relação à massa de matéria fresca da amostra, sendo realizadas três extrações de cada amostra. As médias

foram comparadas com auxílio do teste de teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

As análises qualitativas foram realizadas no Laboratório de Análises e Sínteses de Agroquímicos do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais. O óleo essencial foi extraído de plantas cultivadas a pleno sol e analisado em cromatógrafo Shimadzu CG-17A equipado com detector seletivo de massa modelo QP 5000. A eluição foi realizada em coluna capilar de sílica fundida (30m X 0,25mm) com fase ligada DB5 (0,25 μm de espessura de filme) com injetor à 220 °C. A temperatura inicial da coluna foi de 40 °C, sendo acrescidos 3 °C a cada minuto, até atingir 240 °C e pressão inicial de 100,2 KPa. A taxa de split foi de 1:10 e volume injetado de 1 μL (1% de solução em diclorometano).

Para a análise em espectrômetro de massas (EM), foram utilizadas as seguintes condições: energia de impacto de 70 eV; velocidade de decomposição 1000; intervalo de decomposição de 0,50; e fragmentos de 45 Da e 450 Da decompostos. Foi injetada, nas mesmas condições da amostra, uma série de padrões de hidrocarbonetos (C_9H_{20} $\text{C}_{26}\text{H}_{54}$). Os espectros obtidos foram comparados com o banco de dados da biblioteca Wiley 229 e o índice de retenção calculado para cada constituinte foi comparado com o tabelado (ADAMS, 2007).

A avaliação quantitativa dos teores dos constituintes do óleo essencial foi feita no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. As análises foram realizadas em cromatógrafo gasoso Shimadzu GC 17A equipado com detector por ionização de chamas (FID), utilizando uma coluna capilar DB5, com temperatura inicial de 40 °C até 240 °C, a temperatura do injetor de 220 °C e a do detector de 270 °C, o gás carreador utilizado foi o nitrogênio com um fluxo de 2,2 mL min^{-1} , a taxa de split 1:10 e o volume injetado foi de 1 μL (1% de solução em diclorometano) e a pressão na coluna de 115 KPa, sendo a quantificação de cada constituinte obtida por meio de normalização de áreas (%).

Para a quantificação dos teores de timol presentes nos óleos essenciais extraídos das plantas submetidas aos diferentes níveis de luz, foi empregada a mesma metodologia descrita anteriormente, no entanto foi utilizada como padrão uma solução de timol 1% (Acros Organics com 99% de pureza) e diclorometano. Para cada amostra foram realizadas três leituras e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Análises anatômicas

Foram realizadas análises anatômicas em folhas completamente expandidas, coletadas no terceiro nó, do ápice para a base, de plantas submetidas aos diferentes níveis de sombreamento com 180 dias de idade.

Folhas frescas das plantas provenientes de cada parcela foram pesadas para determinar a produção de massa fresca. Em seguida, selecionou-se 5 folhas por tratamento que foram destinadas ao estudo da anatomia. Estas foram coletadas e fixadas em álcool 70%. De cada folha na sua região mediana, foram extraídos fragmentos de 0,5 cm^2 para efetuar os estudos anatômicos baseado no exame microscópio de seções obtidas a mão livre, com o auxílio de micrótono de mesa. As seções foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio, sendo em seguida, lavadas em água destilada, neutralizadas em água acética 1:500 e montadas em glicerina a 50% (JOHANSEN, 1940). O material foi corado com azul de astra e safranina (BUKATSCH, 1981).

A partir das seções transversais foram efetuadas 20 medições, com o auxílio de ocular micrométrica, de cinco plantas provenientes de cada nível de sombreamento, analisando espessuras das epidermes da face abaxial e da face adaxial, dos parênquimas esponjoso, paliádico e da nervura central. Foram realizadas as análises de variância, utilizando o Teste F, para verificar o efeito dos níveis de luz sobre suas características anatômicas. A análise seguinte foi o Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para comparar os valores médios. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A constituição química do óleo essencial de tomilho está apresentada na Tabela 1, onde se pode observar o alto teor de timol, quando comparado com os demais constituintes.

A composição química do óleo essencial de tomilho, observada nas condições experimentais do presente trabalho foi semelhante àquelas encontradas por outros autores. Como é o caso de Santos et al. (2004) que observaram um alto teor de timol no óleo essencial de *Thymus vulgaris* cultivados na região sul do Brasil, no entanto este teor variou entre 31,5 e 52,4% de acordo com a sazonalidade. No presente trabalho foi observado 93% de timol em folhas de *T. vulgaris*.

De acordo com Gobbo-Neto e Lopes (2007), os metabólitos secundários representam uma

interfase química entre as plantas e o meio ambiente, com isto sua síntese é frequentemente afetada por condições ambientais. As características genotípicas relacionadas com os fatores ambientais

também são determinantes no controle biossintético dos metabólitos secundários, entre estes os óleos essenciais (SANGWAN et al., 2001).

Tabela 1. Constituição química do óleo essencial das folhas de *Thymus vulgaris*, submetido à incidência solar direta.

Constiuintes	IRc*	Teor (%)
α -tujeno	929	0,367
α -pineno	935	0,197
canfeno	951	0,131
<i>trans</i> -pineno	973	0,249
mirceno	991	0,298
α -terpineno	1012	0,228
o-cimeno	1022	0,365
ρ -cimeno	1026	0,176
γ -terpineno	1058	0,153
borneol	1165	1,117
4-terpineol	1180	0,495
carvacrol-metil-éter	1247	0,654
timol	1293	93,125
carvacrol	1301	1,137
<i>trans</i> -cariofileno	1414	0,113
Total		98,805

IRc* = índice de retenção calculado.

Os maiores rendimentos de óleo essencial (Tabela 2) foram obtidos de plantas cultivadas sob 50 e 100% de luz, diferenciando-se significativamente do valor obtido de plantas submetidas a 30% de luz. Resultados obtidos por Letchano e Gosselin (1996), utilizando-se plantas de

tomilho; e Ventrela e Ming (2000) com *Lippia Alba*, demonstraram que plantas submetidas a maior nível de irradiância tiveram aumento significativo no número de glândulas oleíferas, e conseqüentemente uma elevação no teor de óleo essencial.

Tabela 2. Porcentagem de óleo essencial e de timol em relação à massa fresca de plantas de *Thymus vulgaris*, submetidas a níveis de sombreamento (0%; 50% e 70%)

Condições de luz	Rendimento (%) ¹	Teor de Timol (%) ¹
100%	0,161a	91,33a
50%	0,149a	93,22a
30%	0,110b	94,29a

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott (p ≤ 0,05).

Com relação ao timol, verificou-se (Tabela 2) que não houve diferença no teor deste constituinte em relação às diferentes condições de luz estudadas. Com base nestes dados, constata-se que a produção deste metabólico secundário não é afetada pela variação de luminosidade.

De acordo com as análises anatômicas, a folha de *T. vulgaris* possui organização dorsiventral, é anfihipoestomática e apresenta como estrutura

geral, a epiderme da face adaxial com uma camada de células. Tricomas simples, pluricelulares e glandulares, implantados em depressões do estrato epidérmico encontram-se distribuídos em ambas as epidermes, isolados ou raramente geminados. A epiderme abaxial apresenta somente uma camada de células. Os estômatos situam-se ao nível das demais células epidérmicas e mostram a fenda estiolar protegida por pequenas projeções cuticulares. O

parênquima lacunoso apresenta de três a cinco estratos celulares e o parênquima paliçádico dois estratos celulares. O sistema vascular da nervura mediana é representado por um arco central com três a seis feixes, sendo todos eles do tipo colateral. Análises das amostras indicaram que a espessura foliar e o tamanho da nervura variam entre plantas de tomilho cultivadas em diferentes níveis de sombreamento.

Os níveis de luz influenciaram significativamente na espessura dos tecidos epidérmicos, do limbo, da nervura central e dos

parênquimas; esponjoso e paliçádico. Foi observado que as plantas cultivadas em pleno sol apresentaram folhas mais espessas que as das cultivadas em ambientes de sombreamento (Tabela 3). Estes resultados corroboram com resultados observados por Almeida et al. (2004) e Castro et al. (2007), que observaram um aumento na espessura dos tecidos que compõem o mesófilo com relação ao aumento da intensidade luminosa nas folhas de *Cryptocaria aschersoniana* e *Melissa officinalis* L., respectivamente.

Tabela 3. Espessura dos tecidos das folhas de *Thymus vulgaris*, submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

Condições de luz	Espessura dos tecidos (μm) ¹					
	Limbo	Nervura	Parênquima Esponjoso	Parênquima Paliçádico	Face Adaxial	Face Abaxial
30%	228,8a	347,4a	92,3a	108a	16,83a	12,2a
50%	243,7b	386,4b	101,4b	113,5b	17,17a	11,9a
100%	263,3c	392,8b	110,7c	121,8c	17,44a	13,3b

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

As folhas das plantas a pleno sol apresentaram maior massa esclerenquimática na nervura mediana, devido à deposição de lignina em células parenquimatosas existentes quando comparado com os tratamentos de 50 e 30% (Figura

1). Almeida et al. (2004), estudando *Cryptocaria aschersoniana*, observou que a extensão da bainha do sistema vascular apresentava-se bem lignificada em plantas cultivadas em pleno sol.

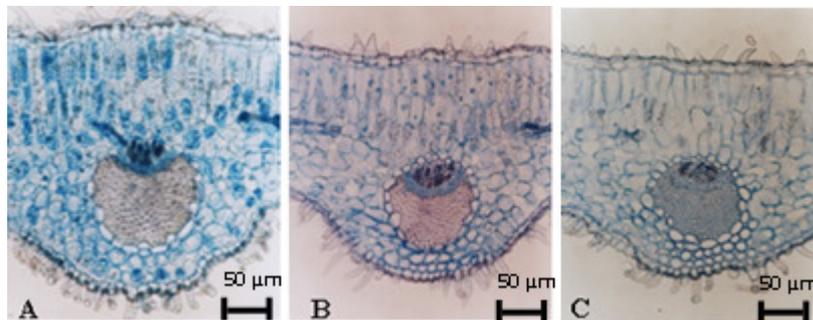


Figura 1. Secções transversais da nervura central das folhas de *Thymus vulgaris*, submetidas aos diferentes níveis de sombreamento, 180 dias após o plantio (A - 100%, B - 50% e C - 30% de luz).

De acordo com os dados observados na Tabela 3, observa-se decréscimo da espessura do limbo das plantas de *T. vulgaris* cultivadas em reduzida intensidade luminosa, o que deve ter ocorrido em virtude de uma menor expansão celular em condições de maior sombreamento. Segundo Sert (1992) em menores intensidades luminosas, as plantas apresentaram folhas mais finas devido ao consumo de assimilados para expansão da área foliar.

Nas plantas de *T. vulgaris* submetidas a 30% de irradiância, a nervura principal do terço mediano da folha apresentaram a menor espessura,

não sendo observadas diferenças significativas entre os outros tratamentos. (Figura 1). Resultados semelhantes foram também observados para o parênquima paliçádico e esponjoso (Tabela 3).

As plantas cultivadas a pleno sol apresentaram parênquima paliçádico mais espesso com células mais alongadas e justapostas em direção perpendicular à superfície foliar (Figura 2A). Em ambiente sombreado, esta espessura foi reduzida, havendo diferenças entre os tratamentos, assim como na organização das células menos alongadas e com maiores espaços intercelulares. De acordo com Almeida et al. (2004), plantas sob

radiação solar plena apresentam parênquima paliçádico com células mais alongadas e justapostas,

resultando em um tecido paliçádico mais espesso.

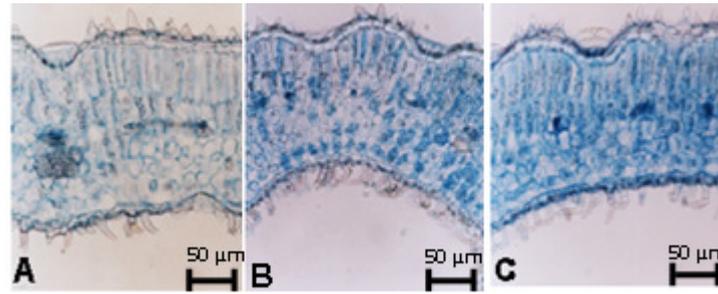


Figura 2. Seções transversais do mesofilo da folha de *Thymus vulgaris* submetidas a diferentes níveis de luz, 180 dias após o plantio (A - 100%, B - 50% e C - 30% de luz).

Resultados semelhantes foram encontrados em estudos de Castro et al. (1996) e Lee et al. (2000), que demonstraram um incremento na espessura total do limbo foliar e no parênquima paliçádico com aumento da intensidade luminosa em plantas do gênero *Hopea* e *Muntingia calabura* L..

As células que compõem o parênquima esponjoso possuem formato mais alongado e são justapostas (Figura 2), tornando-o mais espesso em plantas submetidas a 100% de radiação solar (Tabela 3) e quando submetidas ao sombreamento estas células são arredondadas e têm espaços intercelulares. De acordo com Cutter (1987) e Sert (1992), plantas submetidas a baixas intensidades luminosas possuem espaços intercelulares no tecido esponjoso em maior proporção, tornando o parênquima esponjoso mais difuso, corroborando com os dados encontrados neste trabalho (Figura 2C).

De acordo com as observações das seções transversais das folhas de *T. vulgaris*, as epidermes adaxial e abaxial são unisseriadas. Em relação às faces das epidermes observou-se que a face abaxial teve um aumento de sua espessura em ambiente de 100% de luz (Tabela 3).

Em todas as condições de luz, a estrutura da epiderme adaxial foi maior que a abaxial, concordando com as observações feitas por Castro et al. (2006) em *Mikania glomerata* Sprengel, na qual as epidermes adaxial e abaxial em três regiões

da planta apresentaram-se mais espessas quando mantidas em pleno sol. Resultado semelhante foi relatado por Lee et al. (2000) em *Hopea odorata*, que tiveram aumento do volume na epiderme superior e do tecido paliçádico quando submetida a ambientes com altos níveis de radiação.

Em relação à morfologia externa, as plantas apresentaram grandes diferenças em suas estruturas. O maior nível de irradiância (100%) apresentou plantas viçosas, folhas mais largas de coloração verde escuro, galhos mais grossos e eretos. As plantas com 50% de luz incidente apresentaram um crescimento mais prostrado, folhas menores e de coloração verde claro. Já as plantas com 30% de luz apresentaram um crescimento totalmente prostrado, galhos bem fracos e folhas com coloração acinzentada. Letchano e Gosselin (1996), trabalhando com tomilho, observaram resultados semelhantes em relação à arquitetura e coloração. Assim pode-se inferir que o tomilho é uma planta que se desenvolve melhor em condições de luz solar plena, apresentando aspecto viçoso.

Quanto à produção de biomassa fresca da parte aérea, observou-se que esta aumentou significativamente com a elevação do nível de irradiância (Tabela 4). As plantas cultivadas sob maior intensidade de luz (100%) apresentaram maior acúmulo de biomassa fresca, com aumento da produtividade variando entre 332,4 e 694,3 kg/ha em relação às condições de luz de 50 % e 30 %, respectivamente.

Tabela 4. Produção de massa fresca de *Thymus vulgaris*, submetida a diferentes níveis de luz.

Condições de luz	Biomassa Fresca (kg/ha) ¹
100%	1226,8a
50%	894,4b
30%	532,5c

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Estudos de Pinto et al. (2007) com plantas de *Aloysio gratissimo* demonstraram a influência da irradiância sobre a produção de biomassa observando que quanto maior o sombreamento, menores os rendimentos de biomassa seca. Resultados semelhantes foram obtidos por Castro et al. (1996) para *Muntingia calabura*; Silva et al. (2006) para *Baccharis trimera*; Letchano e Gosselin (1996) para *Thymus vulgaris*.

CONCLUSÕES

A incidência de radiação luminosa apresenta influência direta sobre a anatomia foliar de plantas de tomilho (*Thymus vulgaris* L.).

A produção de biomassa e o teor de óleo essencial, também são afetados pela radiação, sendo observados elevados valores em condições de maior incidência de radiação luminosa. No entanto, a concentração de timol no óleo essencial não é afetada pela incidência de luminosidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos e auxílio financeiro.

ABSTRACT: Several plant species are capable of developing leaves with distinct anatomies when grown under different light conditions, which directly influence their growth and development and cause morphophysiological changes. Given the lack of information about how the environmental factors interfere with the physiology of development and metabolism of *Thymus vulgaris* plants, this study investigated the effects of light intensities of 100, 50 and 30% on the production and thymol content of the essential oil, on their leaf anatomy and on the productivity of fresh biomass. Higher yields of oil were found for levels of irradiance of 100 and 50%. Greater leaf, mesophyll and adaxial and abaxial thicknesses were achieved with a higher irradiance index, resulting in a higher production of fresh biomass.

KEY WORDS: *Thymus vulgaris*. Thymol. Leaf anatomy. Luminosity.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. 4 ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007. 800 p.
- ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* MEZ. submetidas a níveis diferentes de radiação solar. **Cien. Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, jan./fev. 2004.
- BUKASTSH, F. Benerkungren zur doppelfarbung astrablausafranina. **Microkosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 2, p. 1393-1396, 1981.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C.; JÚNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 8-16, 2007.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; BERTALUCCI, S. K. V.; MALTA, M. R.; CARDOSO, M. G.; SILVA, F. A. M. Coumarin contents in young *Mikania glomerata* plants (Guaco) under different radiation levels and photoperiod. **Acta Farm. Bonaerense**, Buenos Aires, v. 25, n. 3, p. 387-392, 2006.
- CASTRO, E. M.; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de irradiância. **Cienc. Agrotecnol.**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 357-365, jul./set. 1996.
- Castro, E. M.; Pereira, F. J.; Paiva, R. **Histologia vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Editora UFLA. 2009. 234p.

- CORREIA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1984. 747p.
- CUTTER E. G. **Anatomia vegetal: Órgãos, experimentos e interpretações**. São Paulo, Rocca. 336p. 1987.
- DIGNART, S. L.; CASTRO, E. M.; PASQUAL, M.; FERRONATO, A.; BRAGA, F. T.; PAIVA, R. Luz natural e concentrações de sacarose no cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana*. **Cienc. Agrotecnol.**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 780-787, 2009.
- GUARDA, A.; RUBILAR, J. F.; MILTZ, J.; GALOTTO, M. J. The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. **Int. J. Food Microbiol.**, Torino, v. 146, n. 2, p. 144-150, 2011.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./apr. 2007.
- GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K.; PIMENTEL, F. A.; MORAIS, A. R. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF). **Quim. Nova**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 1476-1480, 2008.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45ª REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos. Anais... UFSCAR, 2000. p.255-258.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 1940. 523p.
- LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KRISHANAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two Southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **Am. J. Bot.**, St. Louis, v. 87, n.4, p. 447-455, 2000.
- LETCHANO, W.; GOSSELIN, A. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. **J. Hortic. Sci.**, Prague, v. 71, n. 1, p. 123-134, 1996.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e exóticas**. Nova Odesa: Instituto Plantarum. 2002. 512p.
- PINTO, J. E. B.; CARDOSO, J. C. W.; CASTRO, E. M.; BERTOLUCCI, S. K.; MELO, L. A.; DOUSSEAU, S. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. **Hort. Bras.**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 210-214, abr./ jun. 2007.
- SANGWAN, N. S.; FAROOQI, A. H. A.; SHABIH, F.; SANGWAN, R. S. Regulation of essential oil production in plants. **J. Plant Growth Regul.**, Alemanha, v. 34, n. 1, p. 3-21, 2001.
- SANTO, A. E.; PUGLIALLI, H. R. L. Estudo da plasticidade anatômica foliar de *Stromanthe thalia* (Vell.) J.M.A. (Marantaceae) em dois ambientes de mata atlântica. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 76/77, n. 3, p. 107-122, 1998.
- SANTOS, A. C. A.; PANSERA, M. R.; PAROUL, N.; ATTI-SERAFINI, L.; MOYNA, P. Seasonal variation of essential oil yield and composition of *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) from south Brazil. **J. Essent. Oil Res.**, Texas, v. 16, p. 294-295, 2004.
- SERT, M. A. Anatomia foliar e teores de clorofila em três variedades de soja *Glycine Max* (L.). Medrill e dois níveis de radiação solar. 1992. 66 p. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

SILVA, F. G.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. G.; NASCIMENTO, E. A.; NELSON, D. L.; SALES, J. F.; MOL, D. J. S. Influence of radiation level on plant growth, yield and quality of essential oil in Carqueja. **Cienc. Agrotecnol.**, Lavras, v. 30, n.1, p. 52-57, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VENTRELA, M. C.; MING, L. C. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva – cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Hort. Bras.**, Campinas, v. 18, n. 2 ,p. 972-974, 2000.