



ISSN: 1984-3151

# ANÁLISE COMPARATIVA DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *THYMUS VULGARIS* E SEU CONSTITUINTE MAJORITÁRIO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.)

## COMPARATIVE ANALYSES OF POTENTIAL ALLELOPATHIC OF *THYMUS VULGARIS* ESSENTIAL OIL AND ITS MAJOR CONSTITUENT IN GERMINATION AND VIGOR OF LETTUCE SEEDS (*LACTUCA SATIVA* L.)

Cíntia Alvarenga Santos Fraga de Miranda<sup>1</sup>; Maria das Graças Cardoso<sup>2\*</sup>; Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>3</sup>; Samísia Maria Fernandes Machado<sup>4</sup>; Milene Aparecida Andrade<sup>5</sup> e Christiane Maria de Oliveira<sup>6</sup>

- 1 Doutora em Ciências em Agroquímica. DQI/UFLA, 2013. Pós-Doutoranda em Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. [cintiafmiranda@yahoo.com.br](mailto:cintiafmiranda@yahoo.com.br).
- 2 Doutora em Química. DQI/UFMG, 1995. Professora Associada do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras, MG. [mcardoso@dqi.ufla.br](mailto:mcardoso@dqi.ufla.br).
- 3 Doutora em Fitotecnia. USP, 1992. Professora Associada do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. [mlaenemc@dag.ufla.br](mailto:mlaenemc@dag.ufla.br).
- 4 Doutora em Ciências. UNICAMP, 2002. Professora Associada do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe - UFS. Aracaju, MG. [samisiamachado@yahoo.com.br](mailto:samisiamachado@yahoo.com.br).
- 5 Doutora Ciências em Agroquímica. DQI/UFLA, 2013. Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. [mileneandrade@hotmail.com](mailto:mileneandrade@hotmail.com).
- 6 Mestranda em Ciências em Agroquímica. DQI/UFLA, 2013. Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. [chris.m.oliveira@hotmail.com](mailto:chris.m.oliveira@hotmail.com).

Recebido em: 23/04/2015 - Aprovado em: 20/11/2015 - Disponibilizado em: 30/11/2015

**RESUMO:** Os óleos essenciais são metabólitos secundários obtidos de plantas que, dependendo de suas características, podem atuar como bactericidas, fungicidas, antioxidantes, inseticidas, antiparasitários, bioherbicidas, além de apresentarem grande aceitabilidade pelos consumidores. Diante dos numerosos transtornos ambientais causados pelos herbicidas sintéticos, os óleos essenciais, como produtos naturais, tornaram-se uma proposta promissora, diante da possibilidade de obtenção de um herbicida ecologicamente correto. A partir dessas considerações, o presente trabalho teve como objetivos identificar e quantificar os constituintes e avaliar o potencial alelopático do óleo essencial de folhas frescas de *Thymus vulgaris* e de seu constituinte majoritário, o timol, sobre a germinação e o vigor de sementes de alface (cultivar Regina SF 3500). A avaliação do potencial alelopático foi realizada pela metodologia que avalia o efeito volátil, em que foram analisadas as variáveis: primeira contagem de germinação, germinação total, IVG (índice de velocidade de germinação), massa seca de plântulas e comprimentos médios de parte aérea e radicular de alface, nas concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,12; 0,05% em v/v. Os componentes majoritários do óleo essencial de *T. vulgaris* foram o timol (50,51%), *p*-cimeno (15,08%),  $\gamma$ -terpineno (4,07%), linalol (3,36%), óxido de cariofileno (3,50%),

carvacrol (2,64%) e borneol (2,59%). Pela metodologia do efeito volátil, verificou-se que o óleo essencial não apresentou fitotoxicidade sobre as sementes de alface, enquanto o timol provocou efeito alelopático significativo sobre as variáveis avaliadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alelopatia. Bioherbicida. Óleo Volátil. *Thymus vulgaris*. Timol.

**ABSTRACT:** Essential oils are secondary metabolites obtained from plants, depending on their characteristics, can act as bactericides, fungicides, antioxidants, pesticides, antiparasitic, bioherbicidas and presenting great consumer acceptability. Given the numerous environmental impacts caused by synthetic herbicides, essential oils, as natural products, have become a promising alternative for obtaining a herbicide eco-friendly. Thus, this study aimed to identify and quantify the constituents and evaluate the allelopathic potential of *Thymus vulgaris* essential oil extracted from fresh leaves and its major constituent, thymol, on germination and vigor of lettuce seeds (cultivar Regina SF 3500). An assessment of allelopathic potential was performed by the methodology that evaluates the volatile effect and the following variables were analyzed: first count of germination, total germination, GSI (germination speed index), dry mass of seedlings and average lengths of root and seedling shoots of lettuce root at the concentrations 1, 0.5, 0.25, 0.12, 0.05% v/v. The major components of the essential oil of *T. vulgaris* were thymol (50-51%), p-cymene (15.08%),  $\gamma$ -terpinene (4.07%), linalool (3.36%), oxide caryophyllene (3.50%), carvacrol (2.64%), and borneol (2.59%). For the volatile effect methodology, it was found that the essential oil did not show phytotoxicity on lettuce seed, while thymol caused a significant allelopathic effect on the evaluated variables.

**KEYWORDS:** Allelopathy. Bioherbicides. Volatile Oil. *Thymus vulgaris*. Thymol.

## 1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são metabólitos secundários constituídos de dezenas de compostos químicos pertencentes às classes dos fenilpropanóides e dos terpenóides, apresentando dois ou três constituintes majoritários. Esses metabólitos desempenham funções biológicas vitais para o vegetal, como fitoalexinas, repelentes de insetos, feromônios, agentes de atração polínica e defesa contra herbivoria, hormônios, moléculas de sinalização e aleloquímicos (SILVA *et al.*, 2009).

Entre essas atividades biológicas, destaca-se o potencial alelopático, fenômeno em que esses metabólitos secundários são liberados pelo vegetal, impedindo a germinação de plantas relativamente próximas. De acordo com Duke *et al.* (2000), compostos provenientes do metabolismo secundários de plantas podem tornar-se fontes de herbicidas ecologicamente corretos com diversos sítios moleculares de ação. Segundo esses autores, o isolamento de novos compostos é a melhor maneira de descobrir fitoxinas naturais e novos locais de ação que possam agregar valor a herbicidas comerciais.

Assim, essa investigação faz-se necessária para se descobrir fitotoxinas com potencial para compor novos agroquímicos ou associar-se aos herbicidas já existentes (ROSADO *et al.*, 2009).

Entre as plantas produtoras de óleos essenciais destaca-se o tomilho (*Thymus vulgaris* L.), planta nativa da região Mediterrânea Ocidental da Europa, pertencente à família *Lamiaceae*, que possui diversas aplicabilidades. Chizzola *et al.* (2008) destacam aplicações em preparações fitofarmacêuticas, como expectorante e espasmolítico para os brônquios, na medicina popular, como chás de ervas e infusões, além de conservante em alimentos, e como ingrediente de vários pratos como condimentos. Simões *et al.* (2007) também enfatizam o óleo essencial extraído do tomilho, que apresenta atividade antisséptica, expectorante, carminativa e antiespasmódica. De acordo com os autores, essas ações são frequentemente atribuídas ao timol (2-isopropil-5-metil-fenol) e seu isômero carvacrol (5-isopropil-2-metil-fenol), que geralmente constituem 40 a 50% desse óleo essencial.

Diversas pesquisas têm avaliado os potenciais biológicos desse óleo essencial como inseticidas

contra larvas de *Alphitobius diaperinus* Panzer (SZCZEPANIK; ZAWITOWSKA; SZUMNY, 2012) e a lagarta *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (CASTRO *et al.*, 2006); antioxidantes (ASBAGHIAN *et al.*, 2011); antibacterianos contra cepas de *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium smegmatis* e antifúngicos contra cepas dos fungos *Candida albicans* e *Candida vaginalis* (AL-MAQTARI; ALGHALIBI; ALHAMZY, 2011); antiparasitários contra diversas formas evolutivas do *Trypanosoma cruzi* (SANTORO *et al.*, 2007). Ainda segundo Duke *et al.* (2000), aleloquímicos de origem natural podem ser descobertos ao se testar compostos que têm sido isolados por outras propostas, como, por exemplo, as aplicações farmacêuticas ou realizando bioensaios com organismos isolados, fatos esses que justificam a pesquisa do potencial alelopático do óleo essencial de *T. vulgaris*. A avaliação do efeito volátil desse óleo sobre a germinação de sementes, que é a forma de aplicação mais comumente empregada, e o vigor de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) não foram descritos anteriormente na literatura.

Os efeitos tóxicos dos metabólitos secundários, como os óleos essenciais, são características espécies-específicas. Alves *et al.* (2004) destacam que as plantas indicadoras da atividade alelopática são a alface, o tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) e o pepino (*Cucumis sativus* L.), por apresentarem germinação rápida, uniforme e por serem sensíveis a baixas concentrações de aleloquímicos.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivos identificar e quantificar os constituintes e avaliar o potencial alelopático do óleo essencial de folhas frescas de *T. vulgaris* e de seu constituinte majoritário, o timol, sobre a germinação e o vigor de sementes de alface, de modo a se atribuir o efeito alelopático ao óleo essencial ou ao constituinte majoritário do mesmo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

Plantas de *Thymus vulgaris* L. foram coletadas no início da manhã de dias quentes, sem precipitação, no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras/MG, em novembro de 2010. A cidade de Lavras localiza-se no sul do estado de Minas Gerais (Brasil), 21°14' S, longitude 45°00' W Gr. e 918 m de altitude. Foram colhidas folhas jovens (nervura e limbo) de plantas adultas, no estágio de floração plena. A exsicata foi depositada no Herbário ESAL na UFLA, sob o registro de numeração 17057.

### 2.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

O óleo essencial das folhas frescas foi extraído por hidrodestilação, utilizando um aparelho de Clevenger modificado adaptado a um balão de fundo redondo com capacidade de 4 L, por um período de 2 horas conforme metodologia descrita pela Farmacopeia Brasileira (2010). O material obtido foi centrifugado por 5 min e o óleo foi acondicionado em frasco de vidro âmbar e armazenado em geladeira.

### 2.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA

A determinação do teor de água das folhas frescas foi realizada paralelamente à extração do óleo essencial, de acordo com método descrito por Pimentel *et al.* (2006). O balão utilizado foi um balão de destilação de 250 mL (0,25 L) de fundo redondo, acoplado a um condensador com coletor volumetricamente graduado. Foram adicionadas 5 g de folhas frescas picadas dos referidos vegetais em 0,07 L de cicloexano, sendo este colocado em manta aquecedora por 2 h, à temperatura de  $81 \pm 1$  °C, medindo-se o volume de água após esse período e, a partir da base vegetal livre de umidade, foi calculado o rendimento das extrações.

## 2.4 ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS COMPONENTES DO ÓLEO ESSENCIAL

A avaliação qualitativa do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM - Shimadzu, modelo QP 5050A), sob as seguintes condições experimentais: coluna capilar de sílica fundida (30 m x 0,25 mm) com fase ligada DB5 (0,25 µm de espessura de filme); He como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL min<sup>-1</sup>, temperatura programada para manutenção de 50 °C por 1,5 min, seguida de um aumento de 4 °C min<sup>-1</sup> até atingir 200 °C, depois a 10 °C até atingir 250 °C, mantendo-se constante esta temperatura por 5 min; temperatura do injetor de 250 °C e temperatura do detector (ou interface) de 280 °C. O volume da amostra injetada foi de 0,5 µL em acetato de etila; taxa de partição do volume injetado de 1:100 e a pressão na coluna de 64.20 kPa. As condições do espectrômetro de massas foram: detector de varredura 1000; intervalo de varredura de 0,50 fragmentos e fragmentos detectados na faixa de 40 a 500 Da. A identificação dos constituintes foi realizada com base na comparação dos índices de retenção da literatura (ADAMS, 2007). Para o índice de retenção foi utilizada a equação de Van den Dool e Kratz, 1963, em relação à série homóloga de n-alcenos (nC<sub>8</sub>-nC<sub>18</sub>). Também foram utilizadas duas bibliotecas do equipamento (NIST107 e NIST21) que permitem a comparação dos dados dos espectros com aqueles existentes nas bibliotecas.

Na avaliação quantitativa, utilizou-se um cromatógrafo gasoso Shimadzu CG-17A equipado com detector por ionização de chamas (DIC) nas seguintes condições experimentais: coluna capilar DB5; programação da coluna: temperatura inicial de 40 °C até 240 °C; temperatura do injetor: 220 °C; temperatura de detector: 240 °C; gás carreador: nitrogênio (2,2 mL min<sup>-1</sup>); taxa de split 1:10; volume injetado: 1 µL (1% de solução em diclorometano) e pressão na coluna de

115 KPa, sendo a quantificação de cada constituinte obtida por meio de normalização de áreas (%) (MIRANDA *et al.*, 2014a).

## 2.5 BIOENSAIO PARA AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ALFACE

Realizou-se o bioensaio para avaliar seu efeito volátil e o do padrão de seu constituinte majoritário sobre a germinação e vigor das sementes de alface (variedade: Regina SF 3.500, apresentando germinação de 98%). Para o preparo das soluções 0,5 g do óleo essencial e do padrão foram emulsionados (óleo essencial ou padrão de timol) com Tween 80, na proporção 1:1 (v/v) e dissolvidos em água destilada, obtendo-se a solução estoque na concentração de 1%. As demais concentrações (0,5; 0,25; 0,12; 0,05%) foram preparadas por diluição. Como controle foi utilizada uma solução de Tween 80 a 1,0% v/v em água e as soluções testes foram adicionadas apenas no início dos bioensaios. As sementes foram acondicionadas em caixa tipo gerbox, tendo como substrato duas folhas de papel mata-borrão esterilizado. Adicionou-se água destilada ao substrato papel em quantidades equivalentes a 2,5 vezes o seu peso seco. Adicionalmente, 3 mL das soluções foram colocados em duas folhas de papel de filtro afixados na tampa do gerbox, evitando contato direto da solução testada com as sementes. Em cada gerbox foram distribuídas 100 sementes, totalizando 400 sementes por tratamento e estes foram mantidos em câmara de crescimento (BOD) à temperatura de 20 ± 1°C e fotoperíodo de 12 h. A porcentagem de germinação total das sementes foi monitorada por sete dias, contados a partir da implantação do ensaio, com as contagens diárias das plântulas de alface e a avaliação das plântulas normais (MIRANDA *et al.*, 2014b).

O vigor das sementes foi determinado pelas seguintes variáveis: primeira contagem de germinação de

plântulas normais (BRASIL, 2009) que constou da avaliação no quarto dia após a semeadura; índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado segundo Maguire (1962); comprimento médio das raízes e das partes aéreas das plântulas (ao sétimo dia foi realizado com régua milimetrada e os resultados médios expressos em centímetros) (BRASIL, 2009); determinação da massa de plântula seca em estufa a 60 °C em embalagens de papel Kraft, até obtenção de pesos constantes. Depois desse período, efetuou-se a pesagem e a determinação das médias por repetição, sendo os resultados expressos em gramas (KRZYŻANOWSKI *et al.*, 1999).

## 2.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2 (concentrações x óleo essencial + constituinte majoritário), com quatro repetições. Os fatores quantitativos significativos avaliados pelo teste estatístico F ( $p < 0,05$ ) foram submetidos à análise de regressão para determinação dos modelos. Os dados foram analisados pelo programa estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar, segundo Ferreira (2011).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de folhas frescas de *T. vulgaris* apresentou um teor médio de água de 63% e um rendimento médio das extrações de 0,3% em p/p em Base Livre de Umidade. Em seus estudos com óleo essencial de *T. vulgaris* da Turquia, Ozcan e Chalchat (2004) encontraram rendimento de 1,57%, enquanto Hudaib *et al.* (2002), avaliando óleos essenciais de *T. vulgaris* da Itália, em diferentes etapas do ciclo vegetativo, verificaram que plantas mais velhas apresentaram uma produção de óleo essencial inferior (0,15%) a plantas jovens (1,20%).

Foram identificados 96,05% dos constituintes do óleo essencial, sendo os componentes majoritários o timol (50,51%), o *p*-cimeno (15,08%), o  $\gamma$ -terpineno (4,07%), o linalol (3,36%), o óxido de cariofileno (3,50%), carvacrol (2,64%) e o borneol (2,59%) (TAB. 1).

Tabela 1  
Índices de Kovats e porcentagens de áreas dos constituintes do óleo essencial de *T. vulgaris*.

| Composto volátil         | IK calc. | IK lit. | Área (%) |
|--------------------------|----------|---------|----------|
| ( $\alpha$ )-tujeno      | 924      | 930     | 0,67     |
| ( $\alpha$ )-pineno      | 931      | 939     | 0,60     |
| canfeno                  | 947      | 954     | 0,56     |
| 1-octen-3-ol             | 978      | 979     | 1,40     |
| mirceno                  | 988      | 990     | 1,01     |
| ( $\alpha$ )-terpieno    | 1016     | 1017    | 0,38     |
| <i>p</i> -cimeno         | 1023     | 1024    | 15,08    |
| limoneno                 | 1028     | 1029    | 0,30     |
| 1,8-cineol               | 1031     | 1031    | 1,54     |
| ( $\gamma$ )-terpineno   | 1057     | 1059    | 4,07     |
| sabineno hidratado       | 1069     | 1070    | 1,30     |
| linalol                  | 1100     | 1096    | 3,36     |
| borneol                  | 1171     | 1169    | 2,59     |
| terpinen-4-ol            | 1180     | 1177    | 1,00     |
| metil éter timol         | 1238     | 1235    | 2,43     |
| isobornil acetato        | 1283     | 1285    | 0,38     |
| timol                    | 1290     | 1290    | 50,51    |
| carvacrol                | 1297     | 1299    | 2,64     |
| ( <i>E</i> )-cariofileno | 1418     | 1419    | 2,30     |
| propanoato de geranila   | 1468     | 1477    | 0,43     |
| óxido de cariofileno     | 1581     | 1583    | 3,50     |

IK cal.: índice de Kovats calculado, IK lit.: índice de Kovats da literatura (ADAMS, 2007), Área (%): porcentagem de área do composto no cromatograma em relação à soma total das porcentagens.

Jakiemiu *et al.* (2010) analisaram a composição química do óleo essencial de *T. vulgaris* cultivado na região de Curitiba (PR) e obtiveram como compostos majoritários o timol (50,43 a 55,00%), o *p*-cimeno (17,00 a 21,00%), o  $\gamma$ -terpineno (5,00 a 7,00%), o

carvacrol (2,35 a 4,01%) e o borneol (2,17 a 3,40%), enquanto trabalhos realizados anteriormente por Asllani e Toska (2003) com o óleo essencial de *T. vulgaris*, coletado em diferentes locais da Albânia, obtiveram como principais componentes o *p*-cimeno (7,76 a 43,75%), o  $\gamma$ -terpineno (4,20 a 27,62%), o timol (21,38 a 60,15%), o carvacrol (1,15 a 3,04%) e o  $\beta$ -carofileno (1,30 a 3,07%).

A variabilidade da composição química observada no óleo essencial de *T. vulgaris* possivelmente relaciona-se com o local de coleta, o ciclo vegetativo e os fatores edafoclimáticos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Entretanto o timol foi o constituinte comum ao presente estudo e à maioria dos estudos relacionados anteriormente. Desta forma a avaliação comparativa das atividades alelopáticas do óleo essencial de *T. vulgaris* e do timol foi realizada de modo a se estabelecer um paralelo entre a toxidez do óleo essencial, que é constituído por numerosos constituintes químicos, e a do constituinte majoritário, o timol.

Analisando a primeira contagem de plântulas germinadas (FIG. 1), a germinação total (FIG. 2) e a massa seca de plântulas (FIG. 3), verificou-se que o óleo essencial não provocou nenhum efeito às variáveis (apresentando os mesmos valores com o aumento das concentrações analisadas), ao contrário do timol, que reduziu o número de plantas germinadas na primeira contagem e também na germinação total, a partir da concentração 0,5%; e reduziu a massa seca da plântula, a partir de 0,25%. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves *et al.* (2004) ao analisarem os efeitos alelopáticos voláteis do óleo essencial de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf. ex. Wardleworth), nas concentrações 0; 0,001; 0,01; 0,1; e 1%. Os autores observaram que o óleo, em todas as concentrações avaliadas, não influenciou os percentuais de germinação de alface, assim como o óleo essencial de *T. vulgaris* no presente estudo.

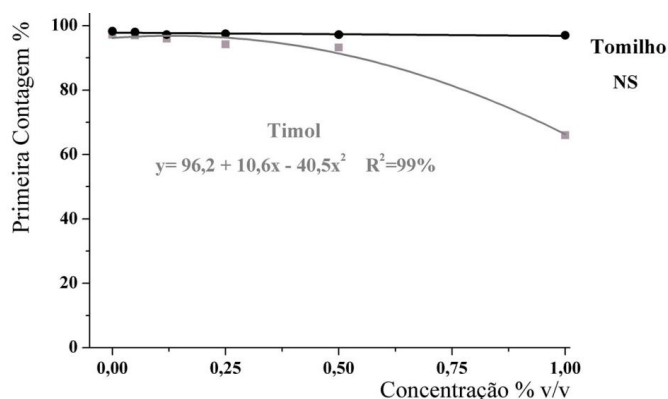


Figura 1 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta primeira contagem de germinação em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil. NS: não-significativo

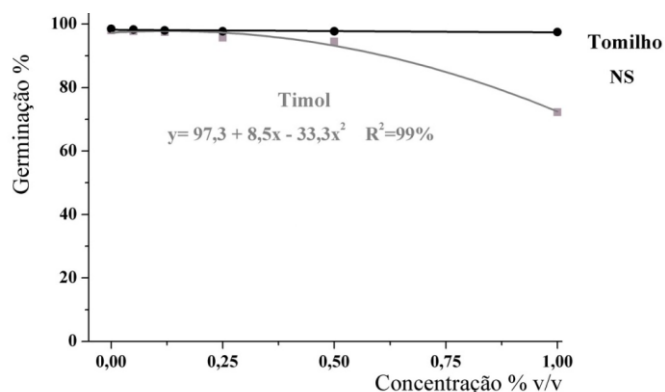


Figura 2 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta germinação total em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil. NS: não-significativo

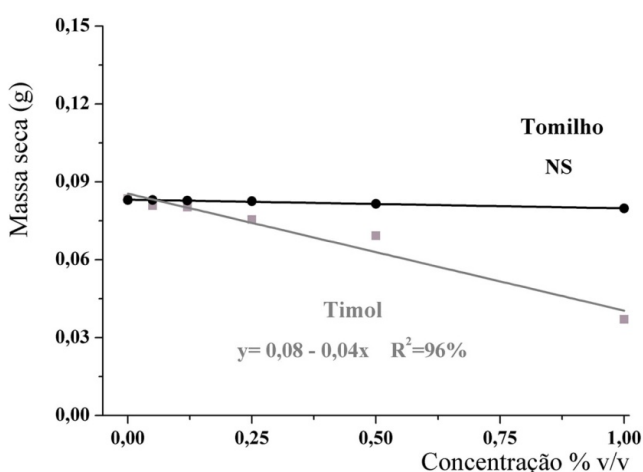


Figura 3 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta massa de plântulas secas em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil. NS: não-significativo

As respostas das variáveis IVG ao aumento das concentrações do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol foram doses-dependentes (FIG. 4), sendo que o timol apresentou maior fitotoxidez. Essa mudança no padrão de resposta do óleo essencial pode ser justificada pela redução da germinação das sementes de alface tratadas com óleo essencial somente nos dois primeiros dias de experimento, sendo este decréscimo minimizado ao longo do experimento, de modo que não afetou as variáveis na primeira contagem de plântulas germinadas, germinação total e massa seca de plântula. Segundo Santana *et al.* (2006), o modelo de germinação pode ser modificado, observando-se divergências no ritmo e na sincronia da germinação de sementes submetidas à ação de aleloquímicos, o que justifica o fato da resposta da variável IVG ter sido afetada pelo aumento das doses óleo essencial, enquanto as outras variáveis não sofreram alteração.

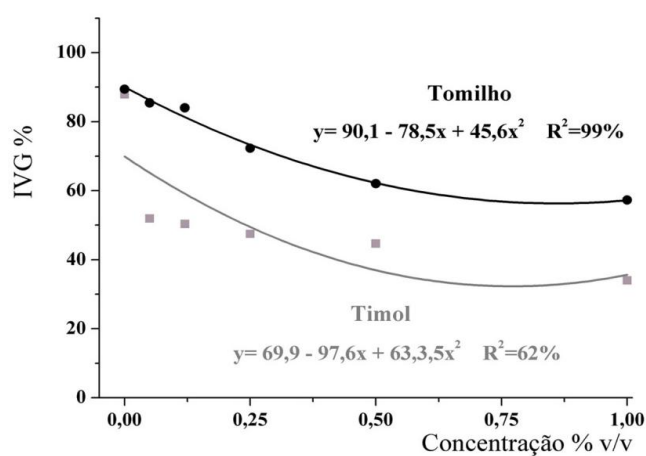


Figura 4 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta IVG em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil

O incremento nas doses do óleo essencial e do timol provocou a redução no comprimento da parte aérea das plântulas (FIG. 5) e o mesmo padrão de resposta foi verificado para o timol para a medida da parte radicular das plântulas (FIG. 6). Entretanto, o aumento das concentrações do óleo essencial reduziu de forma

menos acentuada o comprimento das raízes das plântulas (na maior concentração analisada, nota-se um comprimento radicular em torno de 2,4 cm para o óleo essencial e de 1,0 cm para o timol). Diante disso, pode-se observar que o óleo essencial retardou a germinação inicial das sementes, com consequente redução do IVG e prejuízo do desenvolvimento das partes aéreas das plântulas, enquanto o timol provocou reduções significativas em todas as variáveis analisadas.

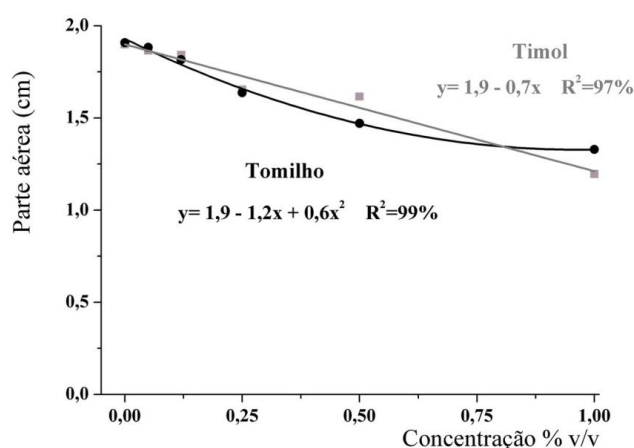


Figura 5 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta comprimentos de parte aérea em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil

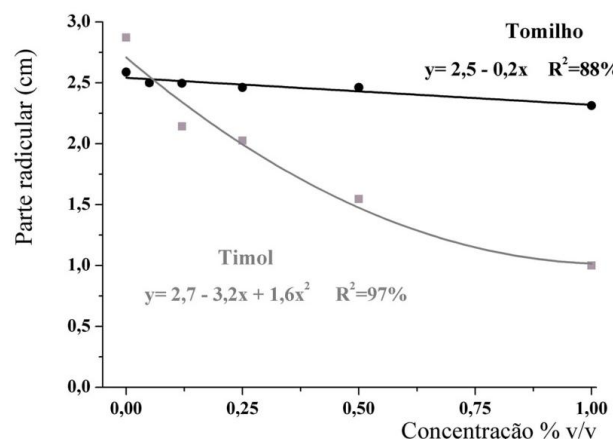


Figura 6 – Gráficos e equações de regressão da variável resposta comprimentos de raiz em função da concentração do óleo essencial de *T. vulgaris* e timol, avaliadas pela metodologia do efeito volátil



Silva *et al.* (2009) avaliaram o efeito volátil do óleo essencial de acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis* LAM) e observaram forte correlação negativa das variáveis germinação, medida de raiz e parte aérea de alface, à medida que ocorre aumento da concentração do óleo. Os autores atribuíram esse potencial alelopático ao elevado conteúdo de constituintes do grupo dos monoterpenoides do óleo essencial de acariçoba, o que pode justificar a reduzida fitotoxidez do óleo essencial de *T. vulgaris*, em que a maioria dos constituintes pertence ao grupo dos fenilpropanoides. Resultados semelhantes foram evidenciados por Souza Filho *et al.* (2009), que indicaram o maior efeito alelopático do óleo essencial de *Piper hispidinervium* quando comparado ao óleo de *Pogostemon heyneanus* ao elevado teor de monoterpenos e monoterpenos oxigenados. Já a fitotoxidez do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) foi atribuída ao conteúdo do monoterpeno linalol em pesquisas realizadas por Rosado *et al.* (2009). Estes avaliaram a influência do óleo essencial sobre sementes de alface nas concentrações 0; 0,001; 0,01; 0,1 e 1% e observaram a redução significativa da germinação, do IVG e do comprimento das raízes de alface com o incremento nas doses de óleo, com valores nulos na concentração de 1%.

#### 4 CONCLUSÃO

Os componentes majoritários do óleo essencial de *T. vulgaris* foram o timol (50,51%), o *p*-cimeno (15,08%), o  $\gamma$ -terpineno (4,07%), o linalol (3,36%), o óxido de cariofileno (3,50%), o carvacrol (2,64%) e o borneol (2,59%).

O efeito conjunto dos constituintes voláteis do óleo não foi fitotóxico para as sementes de alface. Entretanto a ação isolada do constituinte majoritário, o timol, provoca efeitos inibitórios significativos sobre a germinação e o vigor de sementes de alface, principalmente nas maiores concentrações avaliadas. Assim, infere-se que o potencial alelopático de óleo essencial de *T. vulgaris* deve-se ao efeito de menor concentração e/ou disponibilidade do timol no óleo essencial ou, ainda, à inibição parcial de sua atividade por outros componentes do óleo.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pela bolsa concedida.

#### REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oils components by gas chromatography/ mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured, 2007. 804 p. ISBN 1932633219.

AL-MAQTARI, M.A.; ALGHALIBI, S.M.; ALHAMZY, E.H. Chemical composition y antimicrobial activity of essential oil of *Thymus vulgaris* from Yemen. **Turkish Journal of Biochemistry**, v. 36, 342-349, 2011. ISSN 0250-4685.

ALVES, M.C.S. *et al.* Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, 1083-1086, 2004. ISSN 0100-204X.

ASLLANI, U.; TOSKA, V. Chemical composition of Albanian thyme oil (*Thymus vulgaris* L.). **Journal of Essential Oil Research**, Oxford, v. 15, 165-167, 2003. ISSN 2163-8152.

ASBAGHIAN, S. *et al.* Comparison of volatile constituents, and antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Thymus caucasicus*, *T. kotschyanus* and *T. vulgaris*, **Natural Product Communications**, Westerville, v. 6, 137-140, 2011. ISSN 1934-578X.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**, Brasília: MAPA/ACS. 395 p. 2009. ISBN 0101-3122.



- CASTRO, D.P. *et al.* Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínea, v. 8, 27-32, 2006. ISSN 1516-0572.
- CHIZZOLA, R.; MICHITSCH, H.; FRANZ, C. Antioxidative properties of *Thymus vulgaris* leaves: comparison of different extracts and essential oil chemotypes, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, 6897-6904, 2008. ISSN 0021-8561.
- DUKE, S.O.; ROMAGNI, J.G.; DAYAN, F.E. Natural products as sources for new mechanisms of herbicidal action. **Crop Protection**, Arkansas, v. 19, 583-589, 2000. ISSN: 0261-2194.
- FARMACOPEIA BRASILEIRA. 5 ed., Brasília: ANVISA. p. 198-199. 2010. ISBN 1677-7042.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, 1039-1042, 2011. ISSN 1981-1829.
- GOBBO NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários, **Química Nova**, São Paulo, v. 30, 374-381, 2007. ISSN 0100-4042.
- HUDAIB, M. *et al.* CG/EM evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. **Journal of Pharmaceutical Biomedical Analysis**, Münster, v. 29, 691-700, 2002. ISSN 0731-7085.
- KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina: ABRATES. 218 p. 1999. ISBN 0101-3122.
- JAKIEMIU, E.A.R. *et al.* Estudo da composição e do rendimento do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, 683-688, 2010. ISSN 1676-546X.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, 176-177, 1962. ISSN:1435-0653.
- MIRANDA, C.A.S.F. *et al.* Correlação entre composição química e eficácia antioxidante de óleos essenciais de plantas condimentares por análise de agrupamentos hierárquicos (HCA), **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, 65-74, 2014. ISSN 1984-3151.(a)
- MIRANDA, C.A.S.F. *et al.* Chemical composition and allelopathic activity of *Parthenium hysterophorus* and *Ambrosia polystachya* weeds essential oils. **American Journal of Plant Sciences**, Washington, v. 5, 1248-1257, 2014. ISSN 2158-2750.(b)
- OZCAN, M.; CHALCHAT, J. Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. growing wild in Turkey. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Sofia, v. 30, 68-73, 2004. ISSN: 1312-8213.
- PIMENTEL, F.A. *et al.* A convenient method for the determination of moisture in aromatic plants, **Química Nova**, São Paulo, v. 29: 373-375, 2006. ISSN 0100-4042.
- ROSADO, L.D.S. *et al.* Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjeriço "Maria Bonita" na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 11, 422-428, 2009. ISSN 1516-0572.
- SANTANA, D.G. *et al.* Germination measurements to evaluate allelopathic interations. **Allelopathy Journal**, Haryana, v. 17, 43-52, 2006. ISSN: 0973-5046.
- SANTORO, G.F. *et al.* Effect of oregano (*Origanum vulgare* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils on *Trypanosoma cruzi* (Protozoa: Kinetoplastida) growth and ultrastructure. **Parasitology Research**, Berlin, v. 100, 783-790, 2007. ISSN: 1432-1955.
- SILVA, C.B. *et al.* Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 32, 2373-2376, 2009. ISSN 0100-4042.
- SIMÕES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 6 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1104 p. 2007. ISBN 0102-695X.
- SOUZA FILHO, A. P. S. *et al.* Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. **Acta Amazônica**, v. 39, 389-396, 2009. ISSN 0044-5967.
- SZCZEPANIK, M.; ZAWITOWSKA, B.; SZUMNY, A. Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). **Allelopathy Journal**, Haryana, v. 30, 129-142, 2012. ISSN 0973-5046.