

## Produção e composição do óleo essencial de Alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar

Gonçalves, L. A.<sup>1</sup>; Barbosa, L. C. A.<sup>2</sup>; Azevedo, A. A.<sup>1</sup>; Casali, V. W. D.<sup>3</sup>; Nascimento, E. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Vegetal da UFV, Viçosa-MG, Brasil CEP: 36571-000, <sup>2</sup> Departamento de Química da UFV, Viçosa-MG, Brasil CEP: 36571-000, <sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia da UFV, Viçosa-MG, Brasil CEP: 36571-000, <sup>4</sup> Departamento de Química da UFU, Uberlândia-MG, Brasil CEP: 38401-136

**RESUMO:** *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) ocorre nas regiões sul e sudeste do Brasil e produz óleo essencial. Esta planta é muito utilizada na medicina tradicional e apresenta propriedades medicinais comprovadas em testes pré-clínicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de dois níveis de radiação solar sobre a produção e a composição do óleo essencial de *O. selloi*. Plantas obtidas de sementes de um espécime coletado em Nova Friburgo (RJ), e cultivado em Viçosa, foram crescidas sob radiação solar plena e sob sombreamento parcial de 50 %. O óleo foi extraído por hidrodestilação e analisado por cromatografia em fase gasosa e por espectrometria de massas. O teor de óleo essencial e a porcentagem de estragol e anetol, compostos majoritários do óleo, não variaram com a intensidade de radiação solar. Durante a extração do óleo observou-se que o estragol se converteu, parcialmente, em anetol.

**Palavras-chave:** *Ocimum selloi*, plantas medicinais, óleos essenciais, radiação solar.

**ABSTRACT:** Production and Composition of Essential Oil of "Alfavaquinha" (*Ocimum selloi* Benth.) in Response to Two Levels of Solar Radiation. *Ocimum selloi* Benth (Lamiaceae) grows in the south and southwest of Brazil and produces essential oil. This plant is used in the folk medicine and presents medicinal properties as confirmed in pre-clinical tests. The aim of this work was to evaluate the influence of two levels of solar radiation on the production and composition of essential oil of *O. selloi*. Plants obtained from seeds of a specimen collected in Nova Friburgo (RJ), and cultivated in Viçosa, were grown under full solar radiation and 50 % shady. The oil was extracted by hydrodistillation and analysed by chromatography in its gas phase and mass spectrometry. The oil content and the percentage of estragole and anethole, the major compounds present in the oil, did not vary with the solar radiation intensity. During the oil extraction a partial conversion of estragole in anethole was observed.

**Key Words:** *Ocimum selloi*, medicinal plants, essential oil, solar radiation.

### INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são misturas químicas complexas que podem conter muitos componentes, na sua maioria terpenos e fenilpropanos (Waterman, 1993).

Independente da composição química, os óleos essenciais são sintetizados e armazenados pelas plantas em estruturas anatômicas especializadas tais como idioblastos, cavidades, canais e tricomas glandulares, podendo estar envolvidos nas interações animal-planta, planta-microorganismo e planta-planta (Fahn, 1975; Gottlieb & Salatino, 1987). Em *Ocimum selloi* os óleos essenciais são sintetizados por tricomas glandulares (Gonçalves, 2000).

Industrialmente, os óleos essenciais são utilizados para conferir aroma e odores especiais a diversos produtos alimentícios e de perfumaria, e como medicamentos analgésicos, anti-sépticos, sedativos, expectorantes, estimulantes e estomáquicos

(Craveiro et al., 1981). Além disso, o conhecimento da composição química de óleos essenciais tem sido utilizado em estudos de taxonomia e filogenia (Almeida & Figueiredo-Ribeiro, 1986; Gottlieb & Salatino, 1987; Martins, 1996).

Em função da crescente valorização desses metabólitos secundários, as pesquisas têm se direcionado no sentido de maximizar a produção de óleo essencial pelas plantas, sem que haja perda na qualidade. Visando alcançar esse objetivo é necessária tanto a seleção de genótipos, quanto a seleção de sistemas e ambientes de cultivo adequados (Amaral et al., 1999). Fatores ambientais têm sido relatados como capazes de afetar a produtividade, a composição e a quantidade dos constituintes dos óleos essenciais (Clark & Menary, 1980). Dentre esses fatores, a radiação solar, a temperatura e o estresse hídrico são bastante relevantes (Burbott & Loomis, 1967; Simon et al., 1992).

*Ocimum selloi* é uma das fontes potenciais de óleo essencial rico em estragol (Martins, 1996).

Recebido para publicação em 10/10/01  
e aceito para publicação em 04/07/03.

Conhecida como elixir-paregórico, anis ou alfavaqui-nha, tem sido utilizada pela população como antiinflamatório, antidiarréico e antiespasmódico, propriedades estas, comprovadas em testes pré-clínicos (Vanderlinde et al., 1994).

Plantas de *Ocimum selloi* podem ser encontradas em locais sombreados e em locais abertos. Tendo em vista que a intensidade luminosa, a qualidade espectral e a duração do período luminoso podem influenciar a produção de metabólitos secundários (Cantoria & Cuevas-Gacutan, 1974; Clark & Menary, 1980; Li et al., 1996) e, considerando a escassez de informações sobre cultivo de plantas medicinais, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação no teor e na composição do óleo essencial dos caules, folhas e inflorescências das plantas de *Ocimum selloi*, em plena floração, em resposta a dois níveis de radiação solar.

## MATERIAL E MÉTODO

### Obtenção das plantas e técnicas experimentais

Plântulas de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) foram obtidas de sementes produzidas por planta matriz procedente de Nova Friburgo (RJ) e cultivada no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As plântulas, com aproximadamente quatro centímetros de altura, foram colocadas em sacos plásticos contendo solo, areia e esterco na proporção de 1:1:1, sendo mantidas em local parcialmente sombreado e irrigadas diariamente. Após 25 dias as mudas, possuindo em média quatro nós e com aproximadamente 6 cm de altura, foram transplantadas em vasos de polietileno com capacidade de 6 L, contendo substrato constituído de solo, esterco e areia na proporção de 3:1,5:1. Todos os vasos foram mantidos a 80% da sua capacidade de campo, sendo irrigados quando necessário.

Vinte e quatro plantas de *O. selloi* foram crescidas sob radiação solar plena e outras vinte e quatro submetidas a sombreamento parcial, pela cobertura com tela sombrite 50%, por aproximadamente 10-11 semanas em casa de vegetação. Os materiais testemunha foram preparados segundo as normas usuais de herborização e depositados no Herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da UFV, sob o número 23.642.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela as intensidades luminosas e na subparcela as partes da planta. Foram utilizadas seis repetições em cada nível de radiação solar e em cada parte da planta (inflorescências, caules e

folhas), sendo cada repetição composta pelo material seco de quatro plantas. A análise dos dados foi realizada no programa estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas - desenvolvido pela UFV. Nas comparações entre médias, utilizou-se o teste de Tukey.

### Coleta e processamento das amostras

As características analisadas foram: teor e composição do óleo essencial produzido nas folhas, nas inflorescências e nos caules das plantas crescidas, em radiação solar plena e sob sombreamento parcial (50%).

A coleta das plantas crescidas em radiação solar plena e sob sombreamento parcial foi realizada entre 7:00 e 8:00 h, respectivamente, aos 71 e 80 após o transplante das mudas (época de floração das plantas). A intensidade de radiação solar fotossinteticamente ativa, registrada semanalmente, foi, em média, 533 e 264  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-2}$ , fora e no interior do sombrite, respectivamente. As medições foram realizadas às 13 horas, utilizando o radiômetro LI-COR modelo LI-100.

As partes da planta (folhas, caule e inflorescências) foram devidamente separadas, colocadas em sacos de papel, pesadas e secadas à temperatura ambiente (aproximadamente 26 °C), em sala sem luminosidade, com auxílio de dois desumidificadores. Após a secagem o teor de matéria seca de cada parte da planta foi determinado.

### Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação (Charles & Simon, 1990). As folhas, caules e inflorescências secas foram transferidas para um balão com capacidade de 1 L sendo adicionados 500 mL água destilada. Durante 80 minutos foram coletados 120 mL do destilado e o óleo foi extraído com pentano (3 x 30 mL). O extrato orgânico foi secado com sulfato de magnésio anidro, filtrado e concentrado sob pressão reduzida a 35 °C, sendo a massa do óleo essencial determinada. O teor de óleo essencial, em porcentagem, foi calculado em função da matéria seca da amostra utilizada para extração (aproximadamente 7 g de inflorescências, 22 g de caule e 10 g de folhas).

Em uma das repetições de plantas crescidas em radiação solar plena, o óleo foi extraído diretamente com solvente. Para isso, três gramas de folhas foram mantidas em pentano (100 mL) por 3 h. Em seguida os sólidos foram removidos por filtração e o solvente evaporado sob

pressão reduzida em evaporador rotativo.

### Análise do óleo essencial

A identificação dos compostos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama. Foi utilizado também cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) com detector seletivo de massas modelo QP 5000 (Shimadzu). Utilizou-se equipamento Shimadzu modelo CG 17A, coluna capilar de sílica fundida, com fase estacionária DB-5, de 30 m de comprimento, 0,25  $\mu$  de espessura do filme e 0,25 mm de diâmetro interno. Utilizou-se hélio como gás de arraste com fluxo de 1 ml min<sup>-1</sup> a 210 °C sendo as temperaturas 220 °C no injetor e 240 °C no detector. A temperatura do forno foi programada, variando de 60 a 240 °C, com acréscimo de 3 °C a cada minuto (Adams, 1995). As condições do detector de massa foram: energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura 1000; intervalo de varredura 0,5; fragmentos detectados 45-450  $\mu$ . As amostras foram dissolvidas em pentano, na concentração de 7000 ppm, sendo injetado 1  $\mu$ L.

Os compostos foram identificados por comparações dos espectros de massa com os espectros do banco de dados (Willey 140.000) do equipamento e pelo índice de Kovat (Adams, 1995).

A estabilidade dos principais compostos identificados foi verificada na amostra do óleo de folhas crescidas em sombreamento parcial, extraído por hidrodestilação, previamente analisado por CG, aquecida em banho-maria a 100 °C por 20 e 40 minutos e novamente analisada por cromatografia em fase gasosa nas condições descritas.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Teor do óleo essencial

O teor do óleo essencial não diferiu significativamente entre as plantas crescidas nos dois níveis de radiação solar. Entretanto comparando-se as partes das plantas, verificou-se que o teor de óleo essencial produzido pelo caule foi significativamente menor nas duas condições (Tabela 1).

Diferentemente dos resultados de *O. selloi*, o efeito da radiação solar na produção de metabólitos secundários tem sido detectado em diversas plantas.

Baixos níveis de radiação solar têm sido associados, geralmente, com o decréscimo no teor e com alterações na composição do óleo essencial. O teor de óleo em *Mentha cordifolia* foi 28 % menor nas plantas crescidas em 2 % de radiação solar se comparadas com as plantas crescidas em 25 % da radiação solar (Cantoria & Cuevas-Gacutan, 1974) e em *Mentha piperita*, *Anethum graveolens* e *Thymus vulgaris* a produção de óleo cresceu nos níveis mais altos de luz (Clark & Menary, 1980; Yamaura et al., 1989).

Li et al. (1996), entretanto, constataram diferenças em tomilho e salvia. A produção de óleo essencial em tomilho (*Thymus vulgaris*) foi maior nas plantas crescidas em luminosidade total, diminuindo com o decréscimo dos níveis de luz, mas, em salvia (*Salvia officinalis*) o teor de óleo foi maior em plantas crescidas no sombreamento parcial.

A produção dos óleos essenciais pode variar de 0,005 % a 10 % da massa da matéria prima usada na extração (Lavrabre, 1990). O teor de óleo essencial das folhas e inflorescências de *O. selloi* foi semelhante ao teor encontrado em outras espécies de *Ocimum* (Charles & Simon, 1990; Martins, 1996). Entretanto, diferentemente dos resultados desse trabalho, o teor de óleo essencial nas inflorescências dos acessos de *O. selloi* estudados por Martins (1996) foi maior se comparado com o teor das folhas e caules. Os estádios de desenvolvimento das inflorescências são provavelmente a causa do contraste entre os resultados.

### Composição do óleo essencial

A análise, por cromatografia em fase gasosa, das amostras de óleo extraídas das três partes da planta, crescidas sob radiação solar plena e sob sombreamento parcial, revelou os mesmos constituintes químicos, sendo possível identificar 13 compostos (Tabela 2). Em todas as amostras o estragol (2) e o anetol (4) (Figura 1) foram os compostos majoritários, representando mais de 90 % dos constituintes do óleo (Tabela 3). Os demais compostos estavam presentes em menos de 1%, cada um, em todas as amostras, não sendo constatada diferença na composição desses constituintes minoritários entre os níveis de radiação solar. Na Figura 2 é mostrado o cromatograma

**TABELA 1** - Teor do óleo essencial de plantas *O. selloi* crescidas sob radiação solar plena e sob sombreamento parcial (50 %).

	Radiação Solar Plena*	Sombreamento Parcial*
Folhas	1,045 Aa	1,008 Aa
Caules	0,044 Bb	0,026 Bb
Inflorescências	0,983 Ac	0,988 Ac

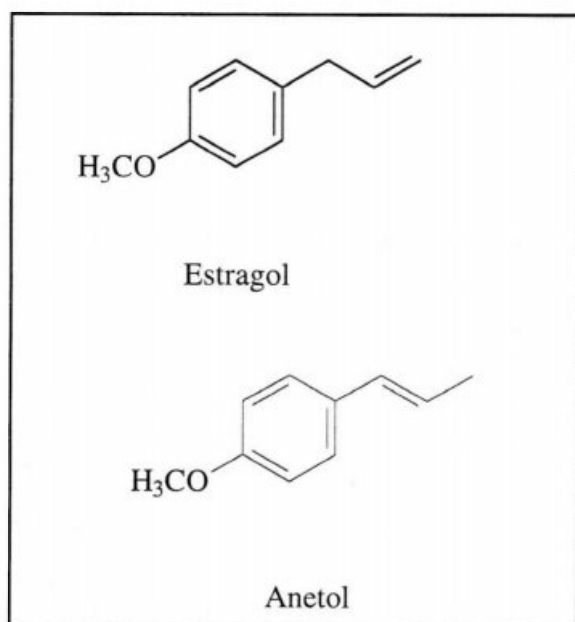
\*Médias acompanhadas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferiram ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey, nas colunas e linhas, respectivamente.

**TABELA 2** - Constituintes do óleo essencial, extraído por hidrodestilação e analisado em CG-MS, das folhas, caules e inflorescências de *Ocimum selloi*

Pico n.	Composto	Massa Molar (g/mol)	Tempo de retenção (min)	Índice de Kovat calculado
1	Cânfora	152	20,125	1.143
2	Estragol ou Metilchavicol **	148	22,667	1.203
3	Anisaldeído	138	25,325	1.265
4	Anetol **	148	26,942	1.303
5	Anisalacetona	164	31,258	1.404
6	$\alpha$ -Copaeno	204	31,483	1.409
7	Metileugenol	178	32,192	1.426
8	Cariofileno	204	33,617	1.460
9	Germacreno (D)	204	36,308	1.522
10	$\beta$ -Selineno	204	36,583	1.529
11	Germacreno (B)	204	36,992	1.538
12	$\beta$ -Bisaboleno	204	37,133	1.542
13	NI	204	37,942	1.561
14	Espatulenol	220	40,458	1.620

\*NI – não-identificado. \*\*A soma dos teores de 2 e 4 correspondem a, aproximadamente, 94 %.

**FIGURA 1** - Estruturas do estragol e do anetol



expandido da amostra de óleo extraído das inflorescências.

Estudos realizados em duas populações de *Ocimum selloi*, denominadas acesso A e acesso B,

mostraram que o estragol e metileugenol foram os principais constituintes no óleo essencial dos dois acessos (A e B), respectivamente (Martins, 1996). As plantas do acesso B são muito semelhantes em algumas características morfológicas às plantas de *O. selloi* estudadas nesse trabalho. A característica marcante é a coloração púrpura do eixo das inflorescências e dos cálices em função, provavelmente, de antocianinas nas células epidérmicas (Martins, 1996). Entretanto, observou-se que, diferentemente do acesso B, o óleo essencial das plantas utilizadas nesse trabalho possui o anetol como constituinte majoritário, além do estragol. O metileugenol, constituinte majoritário do óleo essencial do acesso B foi encontrado em pequena quantidade (aproximadamente 0,5%) no óleo essencial das plantas de *O. selloi* utilizadas no presente trabalho, a semelhança do observado por Martins (1996) para o acesso A.

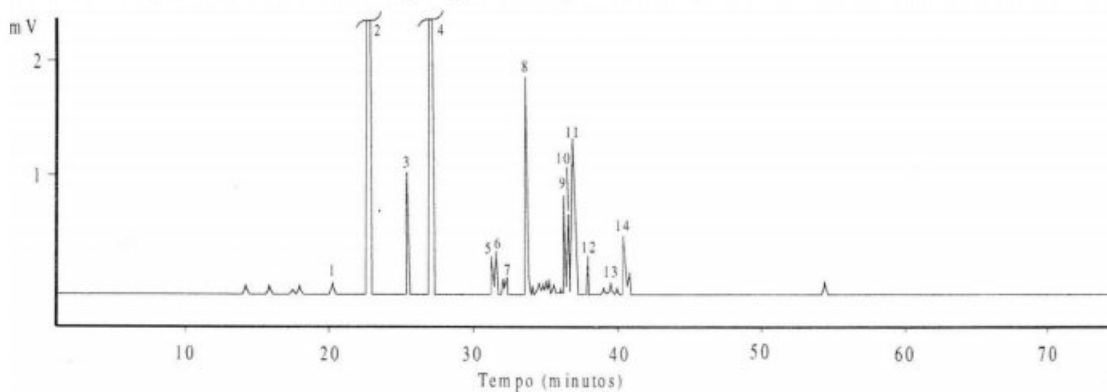
Tendo em vista que o método de extração do óleo essencial, utilizado no presente trabalho (hidrodestilação), foi ligeiramente diferente do método utilizado por Martins (1996) (arraste a vapor), uma hipótese possível sobre a presença do anetol nas amostras analisadas é a formação do anetol a partir do estragol. Do ponto de vista químico o anetol é

**TABELA 3** - Porcentagem do estragol + anetol das folhas e inflorescências de plantas de *Ocimum selloi* crescidas em radiação solar plena e no sombreamento parcial.

	Radiação Solar Plena*	Sombreamento *
Folhas	97 Aa	98 Aa
Inflorescências	91 Bb	90 Bb

\*Médias acompanhadas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferiram ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F e Tukey, nas colunas e linhas, respectivamente.

**FIGURA 2** - Cromatograma do óleo essencial, extraído por hidrodestilação, das inflorescências de plantas de *O. selloi* crescidas em casa de vegetação em Viçosa/MG.



**TABELA 4** - Porcentagem de estragol e de anetol no óleo essencial extraído das folhas de plantas de *O. selloi* cultivadas em radiação solar plena e sob sombreamento parcial

Amostra	50 % de sombreamento			Luminosidade total		
	% Estragol	% Anetol	% (Estragol + Anetol)	% Estragol	% Anetol	% (Estragol + Anetol)
1	33,0	65,8	98,8	60,8	37,1	98,8
2	38,0	60,7	98,7	36,6	61,8	98,4
3	69,5	28,5	98,0	35,7	63,1	95,8
4	56,4	40,5	96,9	55,3	40,9	96,2
5	88,2	10,5	98,7	77,4	19,8	97,2
6	33,4	63,7	96,9	53,6	43,1	96,6

isômero do estragol, sendo mais estável que este. Este tipo de transformação é comum no caso de alquenos e pode ser induzida por calor e/ou meio ácido. Outro dado consistente com a hipótese de conversão do estragol em anetol é o fato de que o teor total desses compostos no óleo pouco variou entre extrações de folhas, caules e em inflorescências (Tabela 4), enquanto que a proporção entre anetol e estragol variou muito (Tabela 4).

Visando avaliar se o anetol estava ou não presente nas folhas, foi feita a extração com solvente a frio, pois nessa condição o estragol não deve se converter a anetol. Na análise do óleo obtido nesse procedimento o estragol estava presente em 24 % e o anetol em 28 %. Esses resultados confirmaram que o anetol não é apenas produto formado durante o processo de extração, todavia sua quantidade no óleo variou em função das condições de extração. No caso do óleo extraído por solvente a frio não foi feita análise completa dos seus constituintes químicos.

Objetivando confirmar a hipótese de conversão do estragol em anetol, o óleo extraído por hidrodestilação das folhas crescidas sob sombreamento parcial e contendo os constituintes majoritários (estragol e anetol) na proporção de 60:40, foi aquecido por 20 e 40 minutos e novamente analisado por cromatografia gasosa. Observou-se que após o aquecimento a relação entre as concentrações de estragol e anetol foi alterada para 50:50 e 20:80,

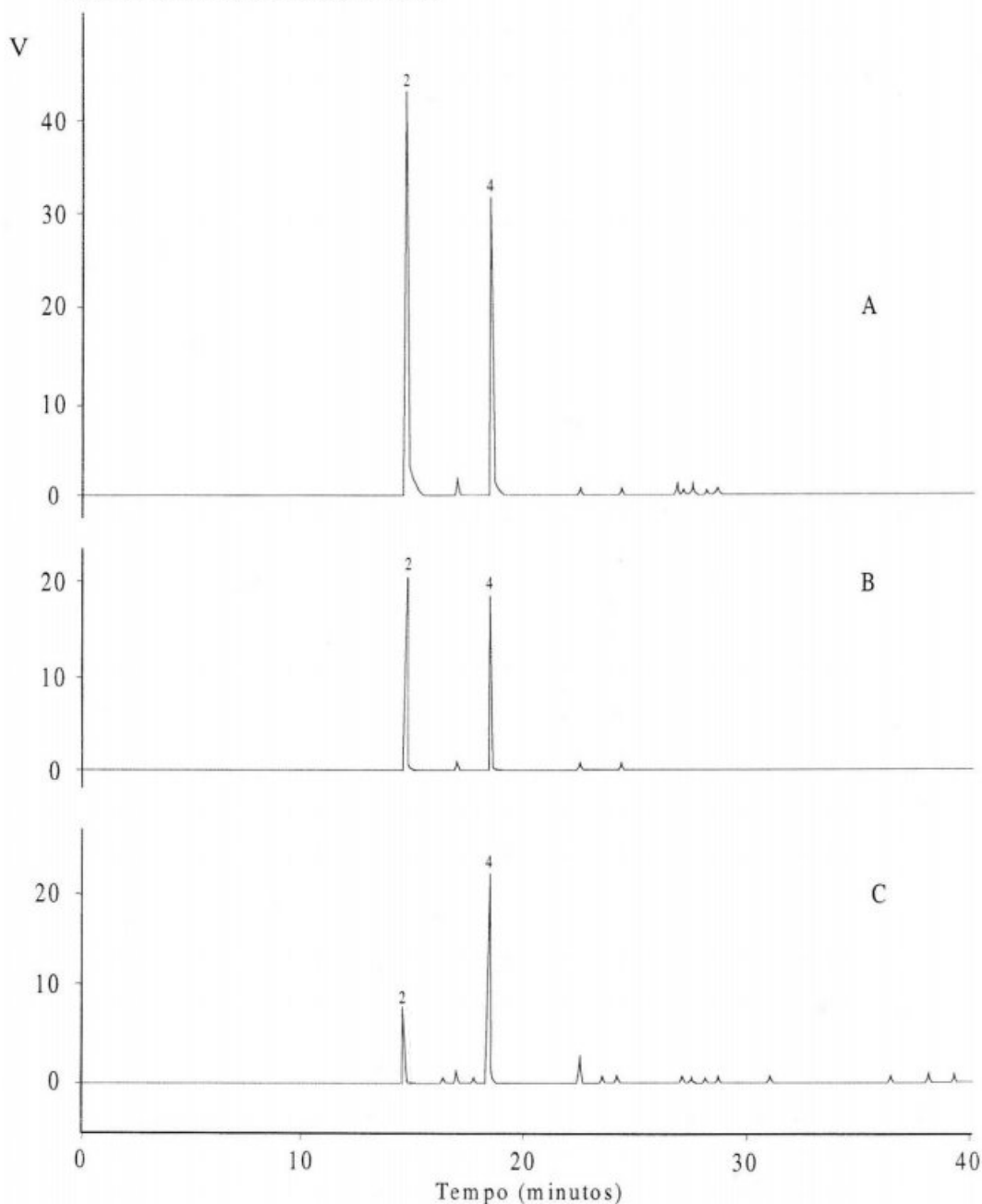
respectivamente (Figura 3). Em função desses resultados, optou-se por analisar a influência dos níveis de radiação solar na quantidade total desses dois compostos juntos.

Alguns dos constituintes minoritários detectados no presente trabalho não foram relatados por Martins (1996). São eles: cânfora, anisalaldeído, anisalacetona,  $\alpha$ -copaeno, cariofileno, germacreno D,  $\beta$ -selineno e espatulenol. Entretanto, os compostos E-ocimeno, E-cariofileno,  $\alpha$ -cariofileno, bergamoteno,  $\alpha$ -humuleno, biciclosesquifelandreno, epóxido de bisaboleno, o germacreno B e o  $\beta$ -bisaboleno encontrados no óleo das plantas estudadas por Martins (1996) não foram identificados no presente trabalho.

As variações na composição dos constituintes minoritários do óleo essencial de *O. selloi* podem estar associadas com as condições de cultivo. Entretanto, tendo em vista que a procedência das plantas do acesso A e do acesso B (Viçosa e Tiradentes/MG) estudados por Martins (1996) é diferente da das plantas de *Ocimum selloi* utilizadas neste trabalho (Nova Friburgo/RJ), tem-se a hipótese mais provável: essa variação relaciona-se com a diversidade química dentro da espécie. Amaral & Casali (2000) verificaram diferenças entre os acessos A e B quanto à variabilidade isoenzimática.

Populações da mesma espécie podem ter

**FIGURA 3** - Cromatogramas do óleo essencial das folhas de *O. selloi* extraído por hidrodestilação (A) e posteriormente aquecido por 20 (B) e 40 (C) minutos.



diversidade química na composição do óleo essencial, usada, muitas vezes, na caracterização de variedades. Em decorrência disto é comum a denominação de quimiótipos ou raças químicas em populações quimicamente distintas. Almeida & Figueiredo-Ribeiro (1986) adotaram diferenças químicas ao postularem duas variedades de *Ocimum nudicaule*: *O. nudicaule* var. *anisifolia*, que contém metilchavicol e *O. nudicaule* var. *nudicaule* que não contém metilchavicol. Martins (1996) também adotou a diversidade química entre os dois acessos de *Ocimum selloi* estudados como critério, sugerindo duas variedades.

#### **Composição do óleo em função da radiação solar**

Considerando o baixo teor de óleo do caule, a porcentagem total de estragol e anetol nas amostras de óleo extraídas de inflorescências e folhas de *O. selloi* não variou significativamente em função dos níveis de radiação solar. Entretanto, o teor total desses constituintes variou significativamente entre as amostras de óleo extraídas de folhas e inflorescências, sendo maior nas folhas (Tabela 3).

A composição óleo essencial pode, entretanto, responder aos estímulos da luz.

Diferentemente dos resultados encontrados em *O. selloi*, Li et al. (1996), detectaram que a concentração de tujamona, um dos compostos majoritários do óleo essencial de *Salvia officinalis*, foi maior nas plantas crescidas em 45 % da radiação. Em *Thymus vulgaris*, entretanto, a concentração de timol, o principal composto do óleo da espécie, foi 10 % maior nas plantas crescidas em radiação solar plena se comparada com a concentração das plantas crescidas em 27 % da radiação solar.

A produção de óleo essencial de camomila (*Camomila recutita*) e a produção de camazuleno, constituinte majoritário do óleo, foram maiores em níveis mais altos de radiação solar (Saleh, 1973). A composição dos óleos de algumas espécies, no entanto, só é afetada quando ocorre variação no fotoperíodo (Yamaura et al., 1989, Dudai et al., 1988, Li et al., 1996).

Como não foi possível analisar separadamente os teores de estragol e anetol, em vista da isomerização ocorrida entre esses constituintes durante o processo de extração do óleo, não foi possível saber se a radiação solar teve efeito sobre a produção de cada um deles separadamente. Entretanto, neste trabalho foi demonstrado que a radiação solar não teve influência sobre o teor de óleo produzido nem sobre a quantidade total de estragol e anetol do óleo.

#### AGRADECIMENTO

À FAPEMIG, ao CNPq e ao programa PADCT/CNPq pelos auxílios concedidos. Ao CNPq pela concessão de bolsas de pesquisas (LCAB e VWDC) e bolsa de pós-graduação (LAG).

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography mass spectroscopy**. Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995. 468p.
- ALMEIDA, V.P., FIGUEIREDO-RIBEIRO C.L. F. Análise enzimática e quimiotaxonomia de duas variedades de *Ocimum nudicaule*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, p.75-80, 1986.
- AMARAL, C.L., OLIVEIRA, J.E.Z., CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: melhoramento genético**. Viçosa: UFV - Departamento de Fitotecnia, 1999. 153p.
- AMARAL, C.L., CASALI, V.W.D. Identificação e Caracterização de duas populações de alfavaca (*Ocimum selloi* Benth.) por marcadores isoenzimáticos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 2, n. 2, p. 9-15, 2000.
- BURBOTT, A.J., LOOMIS, W.D. Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint. **Plant Physiology**, v.42, p.20-8, 1967.
- CANTORIA, M., CUEVAS-GACUTAN, V.T. Studies on the physiology of philippine mint II. Effect of two different light intensities on the vegetative growth and oil yield. **The Philippine Journal of Science**, v.103, p.13-20, 1974.
- CHARLES, D.J., SIMON, J.E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. **Journal American Society for Horticultural Science**, v.115, n.3, p. 458-462, 1990.
- CLARK, R.J., MENARY, R.C. Environmental effects on Peppermint (*Mentha piperita* L.). I. effect of daylength, photon flux density, night temperature and day temperature on the yield and composition of peppermint oil. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.7, p.685-692, 1980.
- CRAVEIRO, A.A., FERNANDES, A.G., ANDRADE, C.H.S. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza: EUFC, 1981. 210p.
- DUDAI, N., WERKER, E., PUTIEVSKY, E., et al. Glandular hairs and essential oils in the leaves and flowers of Manjorana syriaca. **Israel Journal of Botany**, v.37, p.11-8, 1988.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. Toronto: Pergamon Press, 1975. 611p.
- GONÇALVES, L. A. **Ontogenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth.** (Lamiaceae). 1996. 97p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GOTTLIEB, O.R., SALATINO, A. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. **Ciência e Cultura**, v.39, n.8, p.707-16, 1987.
- LAVRABRE, M. **Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais**. Rio de Janeiro: Record, 1990. 172p.
- LI, Y., CRAKER, L.E., POTTER, T. Effect of light on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, v.426, p.419-26, 1996.
- MARTINS, E.R. **Morfologia interna e externa, Caracterização Isozimática e Óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth.** 1996. 97p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SALEH, M. Effects of light upon quantity and quality of *Matricaria chamomilla* oil. **Planta Medica**, v.24, p.337-40, 1973.
- SIMON, J.E., REISS, B.D., JOLY, R.J., et al. Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. **Journal of Essential Oil Research**, v.4, p.71-5, 1992.
- VANDERLINDE, F.A., COSTA, E.A., D'ANGELO, L.C. A. Atividades farmacológicas gerais e atividade antiespasmódica do extrato etanólico de *Ocimum selloi*, Benth. (elixir paregórico). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 13, 1994, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: UFCE, 1994. n.p.
- WATERMAN, P.G. The chemistry of volatile oils. In: HAY, R.K.M., WATERMAN, P.G. (Eds.) **Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production**. Harlow: Longman Scientific, Technical, 1993. p.47-61.
- YAMAURA, T., TANAKA, S., TABATA, M. Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in thyme seedlings. **Phytochemistry**, v.28, n.3, p.741-4, 1989.