

**PROPAGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NÍVEIS
DE RADIAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS
ANATÔMICAS E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO
ESSENCIAL EM *Hyptis suaveolens* (L.) POIT.
LAMIACEAE**

SANDRA SELY SILVEIRA MAIA

2006

SANDRA SELY SILVEIRA MAIA

**PROPAGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NÍVEIS DE RADIAÇÃO
NAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO
ESSENCIAL EM *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. LAMIACEAE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

José Eduardo Brasil Pereira Pinto

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

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

Maia, Sandra Sely Silveira

Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae/ Sandra Sely Silveira Maia. – Lavras, MG: UFLA, 2006. 150 p.: il.

Orientador: José Eduardo Brasil Pereira Pinto.
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. *Hyptis suaveolens*. 2. Sambacoité. 3. Germinação. 4. Planta medicinal. 5. Luz. 6. Adubação orgânica. 7. Anatomia vegetal. 8. Óleos essenciais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.88387

SANDRA SELY SILVEIRA MAIA

**PROPAGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NÍVEIS DE RADIAÇÃO
NAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO
ESSENCIAL EM *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. LAMIACEAE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada 18 de dezembro de 2006

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro - UFLA

Prof. Dr. João Almir de Oliveira - UFLA

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz - UFU

Prof. Dr. Vany Ferraz - UFMG

**Prof. PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais,

João Bosco e Helena, exemplos de amor, dedicação e incentivo para sempre continuar os estudos, apoio em todos os momentos, fica o meu grande reconhecimento.

Às minhas irmãs,

Maria Sâmara, Sonaly Cristina e Suzana pelo apoio e incentivo.

OFEREÇO

Ao meu esposo **Nildo** pelo amor que nos une, pelo incentivo, paciência, ajuda e dedicação em todos os nossos momentos.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder vida e saúde para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, o professor José Eduardo Brasil Pereira Pinto, por sua orientação, compreensão e ensinamentos para a minha vida profissional.

Ao professor Evaristo Mauro de Castro pela grande ajuda e orientação nos trabalhos.

À professora Suzan Kelly Bertolucci pelas valiosas sugestões.

Ao João Almir de Oliveira, a José Magno Queiroz Luz e a Vany Ferraz pelas valiosas sugestões nas concretizações finais deste trabalho.

Aos professores Pedro Henrique Ferri (Instituto de Química da UFG) e Vany Ferraz (UFMG) pela cooperação na análise composicional do óleo essencial.

Ao professor Luís Antônio Augusto Gomes pela amizade e exemplo de profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq) pela bolsa concedida.

À Universidade Federal de Lavras, por meio do Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Fitotecnia.

Aos mestres da pós-graduação por compartilhar suas experiências e conhecimentos.

Aos colegas da pós-graduação pela ajuda na contribuição do processo educativo e agradável convívio, em especial Fabíola, Luciano, Ricardo, Érika, Ana Valéria, Ronaldo, Edilene, Rita de Cássia, Daniela Lima, Daniela Zuliane, Ana Valéria, Regina, Keny, Bruno e Oscar.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura pela força e atenção nos momentos de necessidade.

Ao Evaldo e a todos aqueles que fazem parte do Laboratório de Cultura de Tecido e Plantas Medicinais.

Aos funcionários do Horto do Departamento de Agricultura, em especial ao Luiz Gonzaga do Carmo, pela amizade e condução dos experimentos.

E a todos os que colaboram de alguma forma para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I.....	7
ENRAIZAMENTO DE <i>HYPTIS SUAVEOLENS</i> (L.) POIT. (LAMIACEAE) EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DA ESTACA NO RAMO	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO II.....	26
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>HYPTIS SUAVEOLENS</i> (L.) POIT (LAMIACEA) EM FUNÇÃO DA LUZ E DA TEMPERATURA.....	26
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO III	43
TEOR DE CLOROFILA, CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL <i>HYPTIS SUAVEOLENS</i> (L.) POIT EM RESPOSTA A NÍVEIS DE RADIAÇÃO	43
RESUMO	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	50

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
CAPÍTULO IV	94
CRESCIMENTO E TEOR DE NUTRIENTES DE <i>HYPTIS SUAVEOLENS</i> (L.) POIT. EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	94
RESUMO	95
ABSTRACT	956
INTRODUÇÃO.....	97
MATERIAL E MÉTODOS.....	99
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
CONCLUSÕES.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
CAPÍTULO V	125
TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE <i>HYPTIS SUAVEOLENS</i> (L.) POIT. EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	125
RESUMO	126
ABSTRACT	127
INTRODUÇÃO.....	128
MATERIAL E MÉTODOS.....	130
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	135
CONCLUSÕES.....	144
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145

RESUMO GERAL

MAIA, Sandra Sely Silveira. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae** 2006. 150p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

O presente trabalho teve o objetivo obter informações agronômicas que permitam cultivar e explorar racionalmente *Hyptis suaveolens*, visando principalmente à produção de óleo essencial. Foram realizados cinco estudos, a saber: propagação vegetativa, através da estaquia; influência da luz e da temperatura na germinação de sementes; influência da luz no teor e composição química do óleo essencial e nos aspectos do teor de clorofila e na anatomia vegetal; avaliação de fontes e doses de adubação orgânica no crescimento e composição química foliar; e avaliação da variabilidade química do óleo essencial de plantas de *Hyptis suaveolens* cultivadas sob a influência de fontes e doses de adubação orgânica. No primeiro estudo verificou-se que, independentemente do tipo de estaca, o enraizamento foi acima de 86%; e que a espécie *Hyptis suaveolens* pode ser considerada uma espécie de fácil enraizamento e sua propagação vegetativa é possível usando diferentes tipos de estacas. No estudo de sementes, a maior germinação de sementes ocorreu na presença de luz e em temperaturas altas. As temperaturas alternadas de 20-30°C, 30°C e 25°C são favoráveis para germinação de sementes de *Hyptis suaveolens*. No terceiro estudo, constatou-se que a espécie possui grande variabilidade no teor e composição do óleo essencial, dependendo do ambiente de cultivo, e apresenta grande plasticidade fisio-anatômica em relação aos diferentes tipos de ambiente. No quarto estudo, a adubação orgânica influenciou o desenvolvimento das plantas e o teor de nutrientes foliar de plantas desta espécie. E o maior desenvolvimento das plantas ocorreu quando foi utilizada adubação com esterco de aves. No último estudo, verificou-se que a adubação orgânica influenciou o teor e a composição química do óleo essencial, proporcionando uma maior quantidade de sesquiterpenos do que monoterpenos e tendo como componentes majoritários (E)-Cariofileno, Gama-muroleno, Cis-beta-guaieno, Epatulenol e Alfa-cadinol.

¹¹ Comitê Orientador: PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Orientador), Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Co-orientador).

GENERAL ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical characteristics and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Lamiaceae.** 2006. Thesis (Doctorate in Agronomy/Crop Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

This work aimed to obtain agronomic information that cultivate and rationally the *Hyptis suaveolens*, especially concerning the essential oil production. Five studies were conducted: vegetative propagation through the rooting cuttings and formation of seedlings; influence of light and temperature on germination seeds; influence of level of irradiance in variation in the chlorophyll content, anatomical characteristics, content and chemical composition of the essential oil; growth and absorption of nutrients for the plants cultivated with different sources and levels of organic fertilization and the last study to evaluate the chemical variability of the essential oil of plants of *Hyptis suaveolens* cultivated under the influence of sources and levels of organic manuring. In the first assay, independent of the cuttings type the rooting was above 86%; and that the species *Hyptis suaveolens* can be considered a type of easy rooting and it is possible the vegetative propagation using different types of cuttings. In the one of seeds, the the largest germination of seeds happened in the light presence and in high temperatures. And that the temperatures alternated of 20-30°C, 30°C and 25°C are favorable for germination of seeds of *Hyptis suaveolens*. In the third study, it the species possess great variability in the content and composition of the essential oil depending on the cultivation; it presents great physio-anatomical plasticity in relation to the irradiance levels. In the fourth study, the organic fertilization influenced in the development of the plants and in the nutrient leaf content of plants of *H. suaveolens*. The Highest development of the plant happened when manuring was used with manure of chicken. Last assay, there was influence of the manure sources in the content and composition of essential oil and the majority components were (E)-Caryophyllene, γ -Muurolene, Cis- β -guaieno, Spathulenol and α -Cadinol.

¹ **Guidance committee:** José Eduardo Brasil Pereira Pinto. – UFLA (Adviser). Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Adviser).

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies de uso comum na medicina popular, que são conhecidas por suas propriedades medicinais. Porém, faltam estudos visando uma exploração racional com o intuito de contribuir para a conservação e manejo destas espécies, bem como o seu estabelecimento para o fornecimento de matéria-prima para exploração comercial, evitando o extrativismo e reduzindo, conseqüentemente, o risco de desaparecimento.

No Brasil, muitos estudos sobre uma diversidade de plantas com poder medicinal têm sido desenvolvidos, mas a maioria deles se relaciona às propriedades medicinais e químicas das espécies. Todavia, sabe-se que é muito importante estudar, além da parte química que uma determinada espécie possui, a influência do ambiente nestas plantas, pois vários trabalhos na literatura comprovam que há uma variabilidade química dependendo do ambiente em que está inserida esta espécie.

Ao longo do processo de evolução, as plantas desenvolveram uma variedade de mecanismos de adaptação a mudanças ambientais, destacando-se as adaptações anatômicas, fisiológicas e químicas para o crescimento e sobrevivência em condições desfavoráveis a vários tipos de ambientes. Segundo Larcher (2004), em cada fase do ciclo de vida, as plantas estão expostas a diferentes influências ambientais e reagem de diferentes formas (desde a semente até a planta com frutos).

Portanto, é de grande importância que se estabeleçam linhas de ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas de manejo ou cultivo (pesquisas fitotécnicas) das plantas com potencial terapêutico, considerando a sua utilização pelo homem e a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (Mattos, 2000).

Dentro deste contexto, foi estudada a espécie *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., que é considerada uma planta de alto potencial terapêutico. O gênero *Hyptis*, pertencente à tribo *Ocimae* subtribo Hyptidinae, família Lamiaceae, possui cerca de 400 espécies, com ampla distribuição no continente americano. São plantas de grande diversidade na forma vegetativa, desde anual efêmera (*Hyptis nudicaulis* Benth) até árvores pequenas (*Hyptis arborea*), mas há uma predominância de subarbustos ou ervas perenes. Estas espécies são bastante aromáticas e são freqüentemente usadas no tratamento de infecções gastrointestinais, câimbras e dores, bem como no tratamento de infecções de pele (Harley, 1988; Lorenzi & Mattos, 2002).

A espécie *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., nativa de todo continente americano, é uma planta distribuída em todo o território brasileiro e empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente no Nordeste. Tem os seguintes nomes populares: bamburral, sambacoité, mentrasto-do-grande, cheirosa, alfavaca, alfavaca-de-caboclo, alfazema-de-caboclo, alfazema-brava, salva-limão, betônica-brava, metrasto-graçu, são-pedro-caá, melissa-de-pison, pataquera, betônia-branca, e chá-de-frança (Lorenzi & Mattos, 2002).

É caracterizada como uma planta anual, subarbusiva, com altura de 0,50 a 1,90 m, podendo atingir até 3m dependendo do ambiente; é aromática; considerada como invasora, freqüentemente encontrada em locais que foram submetidos à ação antrópica, como em pastagens, culturas anuais e perenes; apresenta caule tetragonal, pubescente, com pêlos glandulares entremeados; as folhas são simples, opostas, peninérveas, pubescentes em ambas as faces, entremeadas com pêlos glandulares, nervuras proeminentes na face abaxial, margem foliar serrada, ápice agudo, base cordiforme, lâmina ovada e muito aromáticas; as flores são pequenas, sésseis, protegidas por brácteas filiformes, de cor azul-rosada, reunidas em pequenos grupos nas axilas foliares do ápice dos ramos. Floresce normalmente nos meses de dezembro a abril e sua reprodução é

por sementes (Lorenzi & Mattos, 2002; Wulff, 1973). Esta espécie apresenta diferentes tamanhos de sementes, e estas, quando embebidas em água, formam um típico gel. Wulff (1985) classifica estas sementes em três classes de acordo com o tamanho: sementes pequenas, com massa inferior a 2 mg; sementes médias, que apresentam massa variando entre 2 e 3mg; e sementes maiores, cuja massa é superior a 3mg.

A planta *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. é usada para aliviar cólicas menstruais, problemas digestivos, gripes, febres e cefaléias, e também no tratamento de gota e nos tratamentos de odontalgias. Plantas desta espécie, na Índia, são utilizadas em afecções respiratórias, afecções do útero e doenças parasitárias. Vários estudos já foram conduzidos com esta planta visando validar as propriedades a ela atribuídas pela medicina tradicional, tendo sido constatadas atividades anti-tumorais e hipoglicemiantes, hipotensoras, vasodilatadoras, espasmogênicas e estrogênicas. Tem sido extensivamente investigada como antifúngica (Cardoso et al., 2005; Malele et al., 2003; Pandey et al., 1982; Singh et al., 1992; Zollo et al., 1998) e antibacteriana (Asekun et al., 1999; Iwu et al., 1990), e contra vários outros microorganismos.

Na composição química do óleo essencial desta espécie encontram-se as seguintes classes de compostos: monoterpenos e sesquiterpenos e, entre os compostos fixos, diterpenos, triterpenos e esteróides (Falcão & Menezes, 2003); sendo estes sintetizados nas células de tricomas glandulares e armazenados no interior de uma cápsula situada no ápice do pêlo glandular (Silva, 2000).

A espécie *H. suaveolens* tem mostrado um alto grau de variabilidade na quantificação e composição do óleo essencial, e difere de acordo com a origem geográfica das plantas e outros fatores ambientais (Ahmed et al., 1994; Azevedo et al. (2002); Craveiro et al., 1981; Hac et al., 1996; Iwu et al., 1990; Luz et al., 1984; Malele et al., 2003; Mallavarapu et al., 1993).

O presente trabalho teve o objetivo de obter informações agronômicas que permitam o cultivo e exploração racionalmente *Hyptis suaveolens*, visando principalmente a produção de óleo essencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, M.; SCORA, R. W.; TING, I. P. Composition of leaf oil of *Hyptis suaveolens* (L). Poit. **Journal Essential Research**, Carol Stream, v. 6, n. 6, p. 571–575, 1994.
- ASEKUN, O. T.; EKUNDAYO, O.; ADENIVI, B. A. Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 70, p. 440–442, 1999.
- AZEVEDO, N. R.; CAMPOS, I. F. P.; FERREIRA, H. D.; PORTES, T. A.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; PAULA, J. R.; FERRI, P. H. Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 57, n. 5, p. 733–736, July 2002.
- CARDOSO, J. C. W. **Níveis de luz e homeopatia sobre caracteres morfofisiológicos e óleos essenciais e atividade fungitóxica do óleo essencial em *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook.) Tronc.** 2005. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos Essenciais do Nordeste.** Fortaleza: Edições UFC, 1981.
- FALCÃO, D. C.; MENEZES, F. S. Revisão etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 3, p. 69-74, maio/jun. 2003.
- HARLEY, R. M. Evolution and distribution of Eriope (Labiatae) and its relatives in Brasil. In: VANZOLINI, P. E.; HEYER, W. R. (Ed.). **Proceedings Patterns.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988. p.71-80.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil** – nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 520 p.

MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 15, n. 6, p. 438–440, Nov./Dec. 2003.

HAC, L. V.; KHOI, T. T.; DUNG, N. X.; MARDAROWICZ, M.; LECLERCQ, P. A. A new chemotype of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Nghe An Province, Vietnam. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v 8, p. 315–318, 1996.

IWU, M. M.; EZEUGWU, C. O.; OKUNJI, C. O.; SANSON, D. R.; TEMPESTA, M. S. Antimicrobial activity and terpenoids of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **International Journal of Crude Drug Research**, Lisse, v. 28, n. 1, p. 73-76, 1990.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S.; MAIA, J. G. S.; DA SILVA, M. L. Essential oils of some Amazonian Labiatae, 1. Genus *Hyptis*. **Journal of National Products**, Cicinnati, v. 47, n. 4, p. 745-747, 1984.

MALLAVARAPU, G. R.; RAMESH, S.; KAUL, P. N.; BHATTACHARYA, A. K.; RAO, B. R. R. The essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 5, n. 3, p. 321–323, May/June 1993.

MATTOS, S. H. Perspectivas do cultivo de plantas medicinais para a fitoterapia no Estado do Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 45-46, 2000. Suplemento (Trabalho apresentado no 40º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000).

PANDEY, D. K.; TRIPATHI, N. N.; TRIPATHI, R. D.; DIXIT, S. N. Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 89, n. 6, p. 344–349, 1982.

SILVA, A. F. **Anatômia dos órgãos vegetativos aéreos e análise do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit e *H. glomerata* Mart.** EX Schrank

(**Lamiaceae**). 2000. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SINGH, G.; UPADHYAY, R. K.; RAO, G. P. Fungitoxic activity of the volatile oil of *Hyptis suaveolens*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 63, n. 5, p. 462–465, 1992.

WULFF, R. P. Intrapopulational variation in the germination of seeds in *Hyptis suaveolens*. **Ecology**, Washington, v. 54, n. 3, p. 646–649, Apr. 1973.

WULFF, R. P. Germination of seed of different sizes in *Hyptis suaveolens*: the response to irradiance and mixed red-far-red sources. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 63, n. 4, p. 885–888, Apr. 1985.

ZOLLO-AMVAM, P. H.; BIVITI, L.; TCHOUMBOUGNANG, F.; MENUT, C.; LAMATY, G.; BOUCHET, P. Aromatic plants of tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour Fragrance Journal**, Chichester, v. 13, p. 107–114,

CAPÍTULO I

ENRAIZAMENTO DE *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. (LAMIACEAE) EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DA ESTACA NO RAMO

RESUMO

MAIA, Sandra Sely Silveira. Enraizamento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae) em função da posição da estaca no ramo. In: _____. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae/2006.** Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG²

O presente trabalho teve como objetivo a propagação vegetativa de *H. suaveolens* por meio do enraizamento em função da posição da estaca no ramo. O trabalho foi realizado no Setor de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. As estacas foram obtidas de plantas cultivadas em campo, com 60% de luminosidade em estado vegetativo e com 6 meses de idade. Os ramos das plantas foram divididos em três extratos: apical, mediano e basal. As estacas foram padronizadas com 3 gemas, independentemente do tamanho, plantadas em sacos de polietileno, contendo areia como substrato e mantidas em casa de vegetação sob nebulização intermitente durante 30 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os tratamentos foram diferentes partes do ramo, apical, basal e mediana, com quatro repetições e sete estacas por repetição. Foram avaliadas as características de porcentagem de enraizamento, comprimento de raízes, massa seca da raiz e parte aérea, número de brotos e comprimento das brotações. A posição da estacas no ramo interfere na qualidade das mudas. As estacas que apresentaram o melhor desempenho foram as das partes mediana e basal. As estacas apicais tiveram um crescimento maior na aclimatização. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que independentemente do tipo de estaca, o enraizamento foi acima de 86%; e que a espécie *Hyptis suaveolens* pode ser considerada uma espécie de fácil enraizamento e sua propagação vegetativa é possível usando diferentes tipos de estacas.

¹**Comitê orientador:** José Eduardo Brasil Pereira Pinto. – UFLA (Orientador); Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. Rooting of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae) in function the parts of plant branches. In: _____. **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical characteristics and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Lamiaceae.** 2006. Thesis (Doctorate in Fitotecnia) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The present work had as objective the rooting propagation through the rooting cuttings in function the position of the the parts of plant branches. The experiment developed in at the Section of Medicinal Plants of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras at Lavras/MG. The stem cuttings were obtained of cultivated in the field with 60% of luminosity in vegetative state with 6 months of age. The stem cuttings were standardized with 3 gems independent of the size, the cuttings were planted in polyethylene bags containing sand as substrate and maintained in greenhouse under intermittent mist for 30 days. The experiment used design was completely randomized were composed of different parts of the branch: apical, basal and middle, with four replicates of seven cuttings per replicates. Evaluated characteristics were of rooting cuttings percentage, length of roots, the mass of dry matter of the roots and shoots, number of shoots e the length of shoots. The position of the cuttings in the branch affected in the quality of the seedlings; the cuttings present better acting went to the middle and basal cuttings (semi-hardwoody); it was that the apical cuttings present a larger growth in the acclimatization. The obtained results: independent of the cuttings type the rooting was above 86%; and that the species *Hyptis suaveolens* can be considered a type of easy rooting and it is possible the vegetative propagation using different types of cuttings.

¹**Guidance committee:** José Eduardo Brasil Pereira Pinto. – UFLA (Adviser); Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Adviser).

INTRODUÇÃO

Hyptis suaveolens (L.) Poit. (Lamiaceae) é uma espécie anual, nativa do continente americano, fortemente aromática e com altura de 0,50 a 1,90 m, podendo chegar a 3,0 m dependendo do ambiente. É comum em locais que foram submetidos à ação antrópica, como em terrenos baldios, beiras de estradas, pastagens, culturas anuais e perenes. É uma espécie distribuída em regiões tropicais e subtropicais; no Brasil é distribuída em todo o território e é empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente na região Nordeste. No Brasil é conhecida como bamburral, sambacoité, mentrasto-do-grande, cheirosa, alfavacão, alfavaca-de-caboclo, alfazema-de-caboclo, alfazema-brava, salva-limão, betônica-brava, metrasto-graçú, são-pedro-caá, melissa-de-pison, pataquera, betônia-branca e chá-de-frança (Lorenzi & Matos, 2002).

Esta espécie tem sido extensivamente investigada devido ao seu óleo essencial, que tem propriedades antifúngicas, antibacterianas (Azekun, 1999; Malele et al., 2003; Singh et al. 1992; Zollo et al., 1998) e contra vários outros microorganismos, assim como alta atividade nematicida, graças à presença de D-limoneno e mentol, e larvicida, contra *Aedes aegypti* (4º estágio) (Falcão & Menezes, 2003).

Apesar de alguns estudos químicos e farmacológicos, poucas são as informações agronômicas sobre esta espécie na literatura. Por exemplo, não foram encontradas publicações sobre a propagação vegetativa desta espécie ou relatos se houve sucesso ou fracasso do enraizamento de estacas. Embora muitos autores afirmem que a propagação desta espécie é por meio de sementes (Lorenzi & Matos 2002; Wulff, 1973), é necessário estudar outros meios de propagação para estabelecer um manejo adequado de cultivo racional, como também para sua preservação e obtenção de mudas de qualidade. Por isso, há

necessidade de investigar outros meios de propagação para reprodução na determinação da conservação, melhoramento e cultivo desta espécie medicinal.

A reprodução vegetativa é uma forma muito utilizada para propagação de plantas e apresenta vantagens em relação ao método de propagação por sementes. A técnica mais comumente utilizada na clonagem de plantas é a estaquia, que se destaca por promover a multiplicação de plantas-matrizes selecionadas, mantendo as características desejáveis da mesma (Meletti, 2000).

A estaquia permite obter um grande número de mudas a partir de poucas plantas-matrizes, bem como exige um espaço relativamente pequeno. É uma técnica simples que apresenta baixo custo e não requer treinamento especializado, como no caso da enxertia ou da micropropagação (Hartmann et al., 1990). No entanto, indivíduos propagados por estacas podem apresentar a desvantagem de serem mais susceptíveis ao ataque de patógenos devido ao corte provocado na formação das estacas.

Diversos fatores influenciam o sucesso da propagação vegetativa, entre eles a posição da estaca no ramo, pelo grau de lignificação; a quantidade de reservas e diferenciação dos tecidos; o tipo de substrato, pelas suas características químicas e físicas; e a condição fisiológica da planta-mãe, além de outros fatores (Hartmann et al., 1990).

Existem grandes diferenças entre espécies e entre cultivares na capacidade de enraizamento das estacas. É difícil afirmar se tal estaca retirada de determinada planta enraizará ou não com facilidade. Para a grande maioria das plantas de importância econômica já se têm estes conhecimentos. No que se refere ao uso de estaquia com plantas medicinais, pouco se sabe. Por outro lado, em muitas espécies e variedades não é possível obter estacas enraizadas em nenhuma circunstância. Existem evidências consideráveis de que a nutrição da planta-mãe exerce uma forte influência sobre o crescimento das raízes e ramos (Nicoloso et al., 1999). Muitos fatores internos, como os níveis de auxina, os

cofatores de enraizamento e as reservas de carboidratos, podem, desde cedo, influenciar na iniciação das raízes nas estacas (Hartmann & Kester, 1990).

Todavia, ao escolher os materiais para as estacas, pode-se ter uma diversidade de produtos, encontrando desde ramos terminais suculentos de crescimento do ano até estacas lignificadas de vários anos de idade. Em experimentos com o enraizamento de estacas de ramos em pessegueiros, compararam-se diversos tipos de consistências. Nesse caso, observou-se que os ramos terminais tiveram 10% de enraizamento; os laterais com crescimento ativo, 19%; e os laterais com crescimento estacionado, 35% (Fachinello & Kersten, 1991).

Sabe-se que a composição química dos ramos está marcada por diferenças da base para o ápice. Nas estacas retiradas de diferentes partes do ramo, observou-se variação na produção de raízes e, em muitos casos, a maior porcentagem de enraizamento ocorreu em estacas procedentes da porção basal do ramo. Nicoloso et al. (1999), concluíram que estacas basais e medianas de *Pfaffia glomerata* apresentam-se superiores às apicais, confirmando, para esta espécie, que quanto mais próximo da base do ramo, maiores são as condições para a formação de boas mudas. Isto pode ocorrer devido aos carboidratos acumulados na base dos ramos e, talvez, à formação de algumas iniciais de raízes procedentes de gemas e de folhas. Em ramos suculentos de plantas utilizadas para estacas existe uma situação fisiológica completamente diferente. Nelas não se encontram iniciais pré-formadas de raiz nem armazenamento de carboidratos. O melhor enraizamento das pontas dos ramos pode se explicar pela possibilidade de que na porção terminal delas se encontre uma maior concentração de alguma substância endógena promotora do enraizamento que se origina nas seções terminais. Também nas estacas terminais há menor diferenciação e, em conseqüência, há mais células capazes de se tornar meristemáticas (Hartmann & Kester, 1990).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o enraizamento de *Hyptis suaveolens* em função da posição da estaca no ramo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período de 24 de fevereiro a 2 de maio de 2006, no Setor de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras.

Obtenção do material vegetal e preparo das estacas

Foram utilizadas plantas de *Hyptis suaveolens* em estado vegetativo, cultivadas em condições de campo com 60% de luminosidade e com 6 meses de idade no Setor de plantas medicinais da UFLA, das quais retiraram-se estacas de ramos secundários. Os ramos das plantas foram divididos em três extratos: apical, mediano e basal.

A exsicata preparada da espécie foi incorporada ao herbário do Departamento de Botânica da UFLA com o número 20475. O tamanho das estacas foi de 10 a 20 cm, aproximadamente, devido à distância de uma gema a outra ser diferente nos ramos secundário de uma planta para outra. Então foram padronizadas as estacas com 3 gemas, independentemente do tamanho. As estacas retiradas das posições apicais, medianas e basais do ramo apresentavam diâmetro médio que variou de 5,7; 7,43 e 8,16 mm, respectivamente. Para medir o diâmetro das estacas foi usado um paquímetro digital. Nas estacas basais e medianas foi deixado um par de folhas, cortadas ao meio, e nas apicais foi deixado um par de folhas inteiras e eliminadas as restantes. Foi feito um corte em bisel de aproximadamente 1 cm abaixo da última gema (terceira). Na

seqüência, estas foram imediatamente plantadas em sacos pretos de tamanho 13 x 13 cm, utilizando areia como substrato. As estacas medianas e basais foram vedadas com filme plástico na parte de cima por terem o seu caule oco. O número de estacas foi de 30 para cada tratamento, totalizando, assim, 90 estacas.

O delineamento foi inteiramente casualizado, composto de 3 tipos de estacas, apical, mediana e basal, com quatro repetições de sete estacas, totalizando 28 estacas para cada tratamento.

A análise de variância e o teste de médias das variáveis porcentagem de enraizamento, tamanho de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes e tamanho e número de brotações foram feitos com o auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

As mudas foram mantidas na casa de vegetação sob um sistema de nebulização intermitente com intervalos de quinze minutos cada. Completados os 30 dias do plantio das estacas, estas foram avaliadas em número de 28 estacas das 30 de cada tratamento. Estas foram retiradas cuidadosamente dos sacos para evitar perdas da parte aérea e sistema radicular e, em seguida, foram avaliadas as seguintes características: porcentagem de enraizamento (através do percentual do número de estacas enraizadas em relação ao número total de estacas dos tratamentos), comprimento da raiz (cm) e número e tamanho de brotações. Logo em seguida separaram-se as partes aéreas (estaca mais brotações) e radicular, que foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa com temperatura de 65 °C por 48 horas, para posterior avaliação da matéria seca (g).

As duas mudas que foram separadas aleatoriamente foram utilizadas para observar o crescimento e desenvolvimento. Estas foram transplantadas para vasos de capacidade de 10 L e aclimatadas em casa de vegetação, permanecendo durante 30 dias. O substrato foi à base de areia lavada de rio, matéria orgânica (composto orgânico) e solo de barranco (peneirado) na

proporção volumétrica de 2:1:1. A irrigação foi diária, por meio regadores manuais. Antes do transplante para os vasos foram verificadas algumas características, tais como a altura, que foi medida com régua do colo para o ápice, e o diâmetro, que foi medido com paquímetro digital. As mudas apicais estavam, em média, com 16 cm (altura) e 6,41 mm (diâmetro); as medianas, com 17 cm (altura) e 6,7 mm (diâmetro); e as basais, com 17,5 cm (altura) e 7,4 mm (diâmetro). Após 30 dias do transplante foram avaliadas as seguintes características: altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e da raiz. Devido a não ser possível fazer análise estatística para esses dados, eles foram apresentados de forma descritiva

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da Tabela 1, observa-se que houve efeito significativo da posição de coleta das estacas no ramo para todas as variáveis. Para a variável enraizamento das estacas, nota-se que houve alta porcentagem, 93, 100 e 86%, respectivamente, para as estacas coletadas na parte apical, mediana e basal.

Biasi & De Bona (2000) trabalhando com enraizamento de estaca de carqueja, observaram que não houve diferença significativa quanto à posição das estacas, o contrário do presente trabalho, em que a posição das estacas influenciou todas as características.

TABELA 1. Médias de porcentagem de estacas enraizadas (PEE), comprimento de raízes (CR), massa seca da raiz (MSR) e parte aérea (MSPA), número de brotos (NB) e comprimento médio das brotações (CMB) no comportamento de diferentes tipos de estacas na propagação vegetativa de *Hyptis suaveolens*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de estacas	% PEE	CR (cm)	MSR (g)	MSPA (g)	NB	CMB (cm)
Apical	93 b	22,70 b	0,17 b	0,64 c	5,25 a	1,55 b
Mediana	100 a	26,40 a	0,25 a	1,65 b	3,50 b	2,05 b
Basal	86 b	20,90 b	0,21 b	2,27 a	2,75 b	2,72 a
C.V. (%)	5,13	10,87	12,98	10,77	22,10	20,61

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de enraizamento (100%) ocorreu nas estacas retiradas da posição mediana. Estes dados sugerem que a maior quantidade de reservas nutritivas teria sido o fator responsável pela maior predisposição para o enraizamento adventício. As estacas colhidas das partes apical e basal apresentaram menores porcentagens de enraizamento, mas ainda acima de 50% (93 e 86%, respectivamente). Estes resultados discordam de Lima et al. (1992), os quais, estudando os efeitos da consistência física (lenhosa e semilenhosa) e do comprimento de estacas simples e enfolhadas de aceroleira (7-8 cm e 14-16 cm), constataram que o tecido com menor grau de lignificação apresentou maior tendência para enraizar que aqueles materiais mais lignificados. Em *Lippia Alba*, erva-cidreira brasileira, quimiótipo I (mirceno-citral), os autores verificaram que as estacas apicais com folhas cortadas pela metade apresentaram melhor porcentagem de enraizamento e maior acúmulo de matéria seca da parte aérea (Rocha et al., 2001). Segundo Fachinello et al. (1994), a formação das raízes das estacas é o resultado da interação de fatores que existem nos tecidos da estaca com substâncias produzidas e translocadas das folhas e gemas.

Estacas retiradas da posição basal do ramo apresentaram as menores porcentagens de raiz, sugerindo que este material apresentava algum impedimento para uma maior emissão das raízes adventícias. Porém verificou-se, em muitas estacas, a presença de pequenas caloses.

Nas estacas medianas de *H. suveolens* verificou-se também a indução de pequenas caloses e surgimento de raízes. Kersten et al. (1994), relatam que a lignificação das estacas, em maior ou menor grau, pode interferir na emissão das raízes. Já naquelas que apresentaram caloses e raízes pode ter ocorrido uma metabolização das substâncias presentes, estimuladas pela presença de raízes. Segundo Hartmann et al. (1990), a atividade celular na área lesionada é estimulada por aumento da taxa respiratória e elevação nos teores de auxinas, carboidratos e etileno, resultando na formação de raízes nas margens da lesão.

Segundo Fachinello et al. (1994), as raízes formadas nas estacas são respostas ao traumatismo produzido pelo corte na base da estaca. Com a lesão ocasionada pelo corte, ocorre traumatismo nos tecidos do xilema e floema, seguido por um processo de cicatrização, formando-se, assim, uma capa de suberina, responsável pela redução da desidratação na área lesada.

Segundo Hartmann et al. (1990), em relação ao enraizamento as plantas podem ser classificadas em: plantas em que os tecidos fornecem todas as substâncias essenciais ao enraizamento, inclusive auxina, ocorrendo rápida formação de raiz; plantas em que os co-fatores (carboidratos, compostos nitrogenados, incluindo aminoácidos e enzimas; compostos fenólicos, tais como ácidos cafeíco, catecol e ácido clorogênico; vitaminas e compostos inorgânicos) estão presentes, mas as auxinas são limitantes, sendo necessário o suplemento de auxinas exógenas para o aumento do enraizamento; e plantas em que um ou mais co-fatores estão ausentes, podendo haver falta ou não de auxinas, e mesmo com a adição de auxina exógena pode ou não haver resposta.

Mesmo não tendo sido estudadas a fisiologia e composição dos tecidos das estacas em plantas de *Hyptis suaveolens* (neste trabalho), provavelmente esta espécie se enquadra no grupo daquelas em que não são necessários estímulos externos, como a aplicação de auxinas exógenas, para o sucesso na propagação vegetativa por meio da estaquia. Então, a espécie estudada possui bom potencial de formação de raízes, podendo, portanto, ser considerada de fácil enraizamento.

As estacas que apresentaram maior tamanho médio de raízes foram as estacas medianas (26,4cm), que foram superiores às basais (20,9 cm) e às apicais (22,7 cm) (Tabela 1). Nicoloso et al. (1999), concluíram que estacas basais e medianas de *Pfaffia glomerata* apresentam-se superiores às apicais, confirmando, para esta espécie, que quanto mais próximo da base do ramo, maiores são as condições para a formação de boas mudas. Além disso, os autores supracitados ainda demonstraram que existe uma dependência entre o número de folhas produzidas por brotação e a capacidade de enraizamento da estaca, devido à considerável correlação obtida entre as variáveis massa seca de brotações e massa seca de raízes.

Entretanto, em experimento com enraizamento de estacas de cânfora (*Artemisia canforata*), Nagao et al. (2001), observaram que o melhor tipo de estaca para esta espécie foi a apical. De modo semelhante, Momenté et al. (2001) observaram melhor desempenho no enraizamento na propagação vegetativa por estaquia com estacas apicais de arnica brasileira (*Solidago chilensis* Meyen) (Asteraceae).

Já em relação à maior massa seca das raízes, esta foi verificada nas estacas da posição mediana (Tabela 1). Essa média foi elevada pelo grande volume de raízes emitidas nestas estacas.

Quanto à massa seca da parte aérea, que é um indicativo do vigor da muda, verificou-se maior acúmulo em estacas colhidas da posição basal. Entretanto, as estacas basais tiveram uma menor porcentagem de enraizamento

(86%) com maior massa seca da parte aérea, ou seja, houve maior gasto de energia para formação da parte aérea em detrimento da porcentagem de enraizamento (Tabela 1).

Nas estacas, colhidas em todas as posições, houve brotamento generalizado, observando-se, no entanto, que este foi significativamente maior para as estacas apicais, para as quais, todavia, verificou-se um menor comprimento (1,55 cm) em relação às basais (2,72 cm) (Tabela 1). Provavelmente, esse maior número de brotações pode ter ocasionado uma competição por fotoassimilados; e um menor tamanho de brotações foi devido à dominância apical. Apesar do menor número brotações, quando houve a aclimatização este tipo de estaca se desenvolveu mais em relação às outras.

Apesar de haver diferença significativa no enraizamento de estacas de *H. suaveolens*, a espécie mostra alto índice de enraizamento e, conseqüentemente, formação da muda nos três tipos de estacas, inclusive houve 100% de aclimatização das diferentes estacas (Figura 1). Todas as plantas dos tratamentos floresceram, e durante avaliação constatou-se que houve diferenças numéricas de um tratamento para outro, principalmente para as plantas oriundas de mudas apicais (Tabela 2).

Por meio da análise descritiva, constatou-se que houve crescimento tanto em altura como em diâmetro nas plantas oriundas de estacas apicais e que, aos 35 dias após o transplântio, as mudas estavam tão desenvolvidas que foi necessária a utilização de um tutor. Já para as plantas oriundas de mudas medianas e basais praticamente não houve crescimento em termos de altura do caule, mas em termos de diâmetro foi bem diferente. Entretanto, houve desenvolvimento de ramos secundários e muitas folhas para estas estacas. Assim, evidencia-se que as plantas oriundas de estacas apicais tiveram o melhor desenvolvimento (Tabela 2), mas as demais podem ser aproveitadas.

TABELA 2. Dados médios numericamente descritivos de diâmetro, altura, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de plantas aclimatizadas oriundas de mudas por estaquia através de várias posições dos ramos secundários de plantas de *Hyptis suaveolens* após 65 dias. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de estacas	Diâmetro (mm)		Altura (cm)		MFPA (g)		MSPA (g)		MSR (g)
	Inicial	Final	Inicial	Final	Folhas	Ramos	Folhas	Ramos	
Apical	6,42	9,90	16,00	49,90	44,85	52,80	8,90	9,55	15,25
Mediana	6,75	9,79	16,50	20,00	23,25	18,90	5,35	3,35	2,25
Basal	7,40	10,55	17,50	18,50	25,19	24,61	5,25	4,4	5,15

*Análise descritiva

CONCLUSÕES

- Independentemente do tipo de estaca, o enraizamento foi acima de 86%;
- A espécie *Hyptis suaveolens* pode ser considerada de fácil enraizamento e é possível a sua propagação vegetativa usando diferentes tipos de estacas.



Apical

Basal

Mediana

FIGURA 1. Representação das estacas de apical (1), basal (meio) e mediana (3)
UFLA, Lavras, MG, 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASEKUN, O. T.; EKUNDAYO, O.; ADENIVI, B. A. Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 70, p. 440-442, 1999.

BIASI, L. A.; DE BONA, C. M. Propagação da carqueja (*Baccharis trimera* (Less) A. P de Candolle) por meio de Estaquia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 37-43, 2000.

FACHINELLO, J. C.; HOFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1994. 179 p.

FACHINELLO, J. C.; KERSTEN, E. Efeito do ácido indolbutírico na percentagem de estacas semi-lenhosas enraizadas de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) cv “Diamante”, em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 3, n. 1, p. 49-50, 1991.

FALCÃO, D. C.; MENEZES, F. S. Revisão etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 3, p. 69-74, maio/jun. 2003.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR.; F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1990. 647 p.

KERSTEN, E.; TAVARES, S. W.; NACHTIGAL, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 215-222, abr. 1994.

LIMA, A. C. S.; ALMEIDA, F. A. C.; ALMEIDA, F. C. G. Estudos sobre o enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 7-13, 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil** – nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 520 p.

MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 15, n. 6, p. 438-440, Nov./Dec. 2003.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239 p.

MOMENTÉ, V. G.; ALENCAR, H. A.; ROCHA, M. F. A.; NAGAO, E. O.; INNECCO, R.; CRUZ, G. F.; MATTOS, S. H. Enraizamento de estacas da arnica brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jun. 2001. 1CD-ROM. Suplemento.

NAGAO, E. O.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; CRUZ, G. F.; ROCHA, M. F. A.; MOMENTÉ, V. G.; ALENCAR, H. A. Enraizamento de estacas de cânfora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jun. 2001. 1CD-ROM. Suplemento.

NICOLOSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; FOGAÇA, M. A. F. Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em dois substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 277-283, abr./jun. 1999.

ROCHA, M. F. A.; MOMENTE, V. G.; ALENCAR, H. A. : NAGAO, E. O. : INNECCO, R.; CRUZ, G. F.; MATTOS, S. H. Enraizamento de estacas de erva cidreira quimiótipo I (mirceno-citral). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, 2001. 1CD-ROM.

SINGH, G.; UPADHYAY, R. K.; RAO, G. P. Fungitoxic activity of the volatile oil of *Hyptis suaveolens*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 63, n. 5, p. 462-465, 1992.

WULFF, R. Intrapopulational variation in the germination of seeds in *Hyptis suaveolens*. **Ecology**, Washington, v. 54, n. 3, p. 646–649, 1973.

ZOLLO-AMVAM, P. H.; BIVITI, L.; TCHOUMBOUGNANG, F.; MENUT, C.; LAMATY, G.; BOUCHET, P. Aromatic plants of tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour Fragrance Journal**, Sussex, v. 13, n. 2, p. 107–114, Mar./Apr. 1998.

CAPITULO II

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. (LAMIACEA) EM FUNÇÃO DA LUZ E DA TEMPERATURA

RESUMO

MAIA, Sandra Sely Silveira. Germinação de sementes de *Hyptis suaveolens* Poit (L.) (Lamiaceae) em função da luz e da temperatura. In: _____. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae.** 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O presente trabalho objetivou avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação das sementes de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. As sementes foram coletadas no Município de Mossoró/RN e o experimento foi realizado no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura da UFLA, em Lavras/MG. Os tratamentos constaram de quatro temperaturas (20°C, 25°C, 30°C e 20-30°C) e duas condições de luz (luz e escuro). Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, semeadas sobre duas folhas germitest, em caixas acrílicas do tipo gerbox, e acondicionadas em câmara de germinação por 30 dias, para determinação do percentual e velocidade de germinação. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 50 sementes, em esquema fatorial 2 x 4 (2 condições de luz e 4 temperaturas). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade. Houve diferença significativa para a interação temperatura x luz nas duas variáveis. Concluiu-se que a maior germinação de sementes ocorreu na presença de luz e em temperaturas altas e que as temperaturas alternadas de 20-30°C, 30°C e 25°C são favoráveis para germinação de sementes de *Hyptis suaveolens*.

¹ **Comitê orientador:** José Eduardo Brasil Pereira Pinto. – UFLA (Orientador) Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. Seeds germination of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit in function the light and of the temperature. In: _____. **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical characteristics and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Lamiaceae** 2006. Thesis (Doctorate in Fitotecnia) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

This work aimed to evaluate the influence of light and temperature on germination of *Hyptis suaveolens* seeds. The seeds were harvested at Mossoró/RN city and the experiment developed in at the Laboratory of Seed Analysis of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras at Lavras/MG. The treatments was consisted of four temperatures (20°C, 25°C, 30°C and 20-30°C) and two light conditions (light and darkness). The treatments consisted of 200 seeds, with four repetitions of 50 seeds each, sown on a two Germitest towel paper, displayed inside gerbox, and maintained for 30 days in germination chamber. A completely randomized constituted design with 2x4 factorial design (two light expositions x four temperatures) was used with 4 replicates of 50 seeds. The Scott-Knot's Test at 5% of probability was used to compare the obtained averages. There was significant difference in the interaction temperature x shines, in the two variables. It can be concluded that the largest germination of seeds happened in the light presence and in high temperatures. And that the temperatures alternated of 20-30°C, 30°C and 25°C are favorable for germination of seeds of *Hyptis suaveolens*.

¹ **Guidance committee:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Adviser), Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Adviser).

INTRODUÇÃO

Hyptis suaveolens (L.) Poit. (Lamiaceae) é uma espécie anual, nativa do continente americano, fortemente aromática, com altura de 0,50 a 1,90 m, mas que pode chegar a 3,0 m dependendo do ambiente. É comuns em locais que foram submetidos à ação antrópica, como em terrenos baldios, beira de estradas, pastagens e culturas anuais e perenes. É uma espécie distribuída em regiões tropicais e subtropicais; no Brasil é distribuída em todo o território e é empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente na região Nordeste. No Brasil é conhecida como bamburral, sambacoité, mentrasto-do-grande, cheirosa, alfavacão, alfavaca-de-caboclo, alfazema-de-caboclo, alfazema-brava, salva-limão, betônica-brava, metrasto-graçú, são-pedro-caá, melissa-de-pison, pataquera, betônia-branca e chá-de-frança (Lorenzi & Matos, 2002).

A propagação da espécie *Hyptis suaveolens* se dá por meio de sementes (Lorenzi & Matos 2002; Wulff, 1973 e 1985; Wulff & Medina, 1971). Portanto, é interessante o estudo da germinação em relação ao ambiente, já que, segundo vários autores, as condições adequadas para a germinação de sementes dependem da espécie, ou seja, variam de uma espécie para outra, as quais podem apresentar respostas diversas a fatores como dormência; condições ambientais, como água, luz, temperatura e oxigênio; e ocorrência de agentes patogênicos associados ao tipo de substrato para sua germinação (Brasil, 1992; Carvalho & Nakagawa, 2000). Dentre os fatores que afetam a germinação das sementes, merecem destaque a temperatura e a luz (Ferreira & Borghetti 2004). A luz pode ser considerada responsável pela superação da dormência de sementes de muitas espécies (Ferreira & Borghetti, 2004; Klein & Felipe, 1991). O efeito da luz e da temperatura nas sementes varia grandemente entre diferentes espécies e populações (Bewley & Black 1994).

A temperatura pode regular a germinação por meio da capacidade e taxa de germinação; da dormência primária ou secundária e da indução da dormência secundária (Bewley & Black 1994). Por sua vez, a luz regula a germinação através da molécula do fitocromo. As sementes que germinam na presença de luz são chamadas fotoblásticas positivas, enquanto aquelas nas quais a germinação é inibida pela luz são chamadas fotoblásticas negativas ou, ainda, podem apresentar um comportamento indiferente (Bewley & Black 1994). O fitocromo é um pigmento envolvido nas respostas fotoblásticas, ocorrendo basicamente sob duas formas interconversíveis: uma forma chamada Fv, que é considerada fisiologicamente inativa, com pico de absorção na região do vermelho (660nm); e uma forma denominada Fve, cujo pico de absorção encontra-se na faixa do vermelho extremo (ao redor de 730nm), sendo considerada a forma ativa do fitocromo (Cardoso, 1995). O balanço entre os comprimentos de onda vermelho e vermelho extremo no meio ambiente irá condicionar um determinado fotoequilíbrio entre as formas Fv e Fve, o que, por sua vez, permitirá à semente detectar a qualidade da luz ambiente (Ferreira & Borghetti, 2004).

Klein & Felipe (1991), em estudo sobre o efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras, consideraram que o caráter do fotoblastismo positivo nem sempre é absoluto, pois grande número de espécies fotoblásticas positivas estudadas por eles apresentou alguma germinação no escuro, o que indica que a luz é um fator de influência quantitativa. Estudo com sementes de *Porophyllum lanceolatum*, espécie herbácea do Cerrado, verificou que esta espécie necessita de luz para germinar; no entanto, quando suas sementes são armazenadas, vai perdendo gradativamente essa característica, vindo a germinar também na ausência de luz (Felippe & Silva, 1984). Segundo vários autores, o efeito da luz na germinação de várias espécies pode também estar condicionado à temperatura (Cardoso, 1995; Ferreira & Borghetti, 2004; Klein & Felipe,

1991), como, por exemplo, algumas cultivares de alface, que são indiferentes à luz a 20°C, mas em temperaturas mais elevadas (em torno de 35°C) tornam-se fotoblásticas.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Hyptis suaveolens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras, em Lavras – Minas Gerais.

Obtenção do material vegetal

As sementes foram coletadas em março de 2005 (população nativa do município de Mossoró/RN). Fez-se um pré-teste de germinação com essas sementes (25 sementes em gerbox), no qual se obteve uma germinação de 90% em temperatura constante de 25°C na presença de luz. A colheita foi realizada manualmente e as sementes foram escolhidas, descartando-se as imaturas, danificadas e chochas, e armazenadas em potes de vidros, os quais foram acondicionados dentro de isopor em temperatura ambiente. A exsicata preparada da espécie foi incorporada ao herbário do Departamento de Botânica da UFLA com o número 20475. O peso médio de 1000 sementes foi de 0,6673 g.

As sementes foram semeadas em caixas acrílicas do tipo “gerbox”, com duas folhas germitest[®] umedecidas com água destilada até sua saturação. No ensaio, as sementes foram acondicionadas em câmaras de incubação tipo BOD,

em diferentes temperaturas, 20, 25, 30 e alternado (20/30 °C), em regime alternado de luz e escuro por 12 horas; para simular o escuro, os “gerbox” foram envolvidos em papel alumínio.

As avaliações foram realizadas por meio de contagens diárias, computando-se o número de sementes que apresentavam o início da protusão da radícula para a determinação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado de acordo com a fórmula de Maguirre (1962).

A porcentagem de germinação foi obtida ao final das contagens, quando estas já se encontravam estabilizadas, computando-se o número de plântulas normais obtidas segundo as regras para análise de sementes (Brasil, 1992).

Após o término do teste de germinação, procedeu-se o teste de tetrazólio. Antes da realização deste teste verificou-se, por meio de uma leve pressão com uma pinça, se as sementes estavam mortas. Sementes desta espécie apresentam um envoltório gelatinoso que as cobre, dificultando o corte para realização do teste de tetrazólio. Para efetuar o teste, coletaram-se as sementes remanescentes de cada tratamento, realizou-se o corte longitudinal com o auxílio de laminas e acrescentou-se o sal de tetrazólio a 0,5 %, permanecendo em BOD sob 30°C, por 24 horas (Brasil, 1992).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 50 sementes/gerbox, com 4 repetições em esquema fatorial 2x4, sendo dois ambiente (luz e escuro) e quatro temperaturas (20, 25, 30°C e alternado 20/30 °C).

Para as análises estatísticas foi empregado o programa SISVAR (Ferreira, 2000), e as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa tanto para os fatores temperatura e luz isolados como para sua interação com a temperatura, para as duas variáveis: porcentagem e velocidade de germinação.

Na interação significativa entre os fatores temperatura e luz, verificou-se que as sementes de *Hyptis suaveolens* demonstraram ser sensíveis à luz tanto na porcentagem de germinação (Tabela 1) como no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (Tabela 2). Entretanto, a germinação não foi restrita à presença de luz, uma vez que também ocorreu no escuro, apesar de significativamente menor, com uma forte dependência da temperatura.

Com relação à temperatura, observa-se que os maiores índices de velocidade ocorreram em temperaturas alternadas (20-30), seguidas da temperatura constante 30°C; na temperatura de 20°C o IVG foi significativamente inferior.

Observa-se também, pelos resultados da Tabela 2, que nas maiores temperaturas a porcentagem de sementes germinadas na presença de luz foi maior em relação à menor temperatura, de 20°C. Na ausência de luz as maiores germinações ocorreram nas temperaturas constantes 30 e 25 C.

TABELA 1. Médias da porcentagem de germinação de sementes de *Hyptis suaveolens* submetidas à germinação em quatro temperaturas e duas condições de luz. Lavras, MG, UFLA, 2006.

Ambiente	Temperaturas (°C)			
	20	25	30	20/30
Presença de luz	25,50 Ac	88,50 Aa	82,50 Ab	90,50 Aa
Ausência de luz	5,50 Bc	34,00 Ba	37,00 Ba	28,00 Bb
CV (%)	5,19			

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Médias do índice de velocidade de germinação de sementes de *Hyptis suaveolens* submetidas à germinação em quatro temperaturas e duas condições de luz. Lavras, MG, UFLA, 2006.

Ambiente	Temperaturas (°C)			
	20	25	30	20/30
Presença de luz	1,63 Ad	11,97 Ac	28,89 Ab	37,83 Aa
Ausência de luz	0,23 Bc	3,79 Bb	9,00 Ba	9,54 Ba
CV (%)	11,71			

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

De acordo com Ferreira et al. (2001), a velocidade de germinação é um bom índice para avaliar a rapidez de ocupação de uma espécie em um determinado ambiente, pois a germinação rápida é característica de espécies cuja estratégia é de se estabelecer no ambiente o mais rápido possível ou quando oportuno, aproveitando condições ambientais favoráveis, como, por exemplo, a formação de clareiras ou ocorrência de chuvas.

A germinação das sementes iniciou-se com a protrusão da radícula em menos de 24 horas após a sementeira, tanto na presença como na ausência de luz, nas temperaturas alternadas 20/30°C e na de 30°C. Já na temperatura 25°C, tanto na presença como na ausência de luz a germinação iniciou-se aos dois dias após a sementeira e continuou ao longo do experimento. Na temperatura 20°C, na presença de luz iniciou-se as 48 horas e na ausência de luz no sétimo dia após a sementeira. De acordo com esses dados, sugere-se que a taxa de embebição nesta espécie é rápida. Além disso, as sementes desta espécie, ao entrarem em contato com a água, formam um típico gel. Este gel é bastante espesso e a sua composição foi estudada por Felipe & Pollo (1983) que mostraram que os principais componentes são carboidratos (60%) e proteínas (40%).

Todavia, segundo Ferreira & Borghetti (2004), o efeito da alternância de temperatura é uma resposta difícil de ser quantificada, pois pode ser extremamente variável em termos de tempo de exposição, magnitude da variação à temperatura alta e à baixa e número de ciclos de exposição, entre outros aspectos. Em algumas espécies, a alternância de temperaturas pode substituir o efeito da luz na germinação. No caso de *Hyptis suaveolens*, o pior desempenho nesses ambientes foi à temperatura de 20°C, principalmente na ausência de luz (Tabelas 1 e 2). O fato indica que as sementes de *H. suaveolens*, em condição de escuro, têm sua germinação dependente da condição térmica. Foi verificado, também, que algumas sementes não germinadas apresentaram-se visivelmente deterioradas, com sintomas principalmente de ataque de fungos.

Esses resultados são explicados pelo fato de baixas temperaturas reduzirem as taxas metabólicas, conforme relatado por Carvalho & Nakagawa (2000).

Como pode ser observado pelas condições deste trabalho, esta espécie possui uma elevada capacidade de germinar em diferentes temperaturas e também uma forte dependência dela. Por exemplo, um aumento da porcentagem de germinação em *H. suaveolens* no escuro se dá com o aumento da temperatura. Esses dados são similares aos encontrados por Wulff & Medina (1971), os quais, estudando a germinação desta espécie na Venezuela, na presença e ausência de luz nas temperaturas 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C, relatam que a germinação desta espécie depende de luz e também, fortemente, de temperatura.

Ainda neste trabalho, os autores verificaram que não ocorreu germinação em temperatura abaixo de 20°C, na presença e ausência de luz, até porque esta espécie é comum em locais que foram submetidos à ação antrópica (terrenos baldios, beira de estradas e solos degradados, entre outros) e possui uma ampla distribuição geográfica (Lorenzi & Matos, 2002). O fato de esta espécie ocorrer nestes locais sugere que suas sementes estejam expostas a uma maior amplitude de temperatura, uma vez que necessitam se adaptar às flutuações dos ambientes, principalmente da temperatura do solo.

Larcher (2000) ressaltou ser extensa a faixa de temperatura para a germinação de sementes de espécies com ampla distribuição geográfica e daquelas adaptadas às grandes flutuações de temperaturas em seu habitat. Segundo esse autor, a temperatura ótima para as espécies tropicais situa-se entre 20°C e 35°C em condições naturais; a combinação de luz e escuro com temperaturas alternadas pode propiciar maior uniformidade na germinação, já que se aproximaria das condições do ambiente natural das espécies. Por outro lado, o autor afirmou que, até certos limites, o aumento de temperatura pode promover mudanças no desempenho de certas enzimas que atuam nos processos

bioquímicos da germinação, além de propiciar a contaminação por microrganismos.

Portanto, segundo Fantin (2001), a germinação das sementes, numa faixa mais ampla de temperatura, propicia uma elevada capacidade de estabelecimento em campo, o que pode lhe conferir uma vantagem sobre as espécies que apresentam germinação em faixa de temperatura mais estreita, principalmente em ambientes tropicais nos quais a temperatura é bastante variável ao longo do ano.

O peso de 1000 sementes de *Hyptis suaveolens* que foram coletadas de plantas nativas neste trabalho foi de 0,6673 gramas, ou seja, menos de 1 grama. Wulff & Medina (1971), trabalhando na Venezuela com esta espécie, classificaram as suas sementes em três classes de acordo com o tamanho: sementes pequenas, com massa inferior a 2 mg; sementes médias, que apresentam massa variando entre 2 a 3 mg; e sementes maiores, cuja massa é superior a 3 mg. Wulff (1973 e 1985), verificou que as sementes desta espécie, além de apresentarem variações de peso e tamanho, apresentava também polimorfismo na sua germinação, e que este polimorfismo apresenta um significado ecológico, ou seja, permite que a espécie explore diferentes locais no ambiente. De acordo com o mesmo autor, as plântulas provenientes da germinação de sementes maiores apresentam área fotossintética maior, característica que constitui uma vantagem competitiva sobre plântulas provenientes da germinação de sementes menores. Ainda, o mesmo autor observou que as sementes que germinaram no escuro, com porcentagem maior que 50%, nas temperaturas 25, 30, 35 e 40°C, tinham massa superior a 2 mg.

De acordo com Thompson & Grime (1983), as sementes com massa menor que 0,1mg apresentam necessidade de luz e temperaturas alternadas para a germinação, enquanto sementes com massa igual ou maior que 1,0 mg não apresentam estes requerimentos. O significado ecológico da relação entre o

tamanho da semente, o requerimento de luz e a flutuação de temperaturas parece estar ligado à necessidade de evitar a germinação em locais muito profundos no solo, onde há dificuldade para as sementes pequenas emergirem (Thompson & Grime 1983). Segundo Leishman et al. (1992), o tamanho das sementes tem relação direta com os processos de germinação, crescimento e estabelecimento das plântulas.

Este comportamento também foi observado em outras espécies consideradas invasoras, como *Bidens pilosa* (Klein & Felipe, 1991) e resultados similares aos deste estudo foram encontrados por Garcia & Diniz (2003), que verificaram que as pequenas sementes de *Vellozia spp.* da Serra do Cipó são fotoblásticas positivas, embora em altas temperaturas tenham promovido a germinação no escuro. Esta capacidade de variação deve ter conseqüências ecológicas úteis, pois pelo menos algumas sementes devem germinar, quaisquer que sejam as condições de luz do ambiente em que se encontrem (Whattley & Whattley, 1982).

Segundo Viana & Felipe (1986), é comum às sementes modificarem sua resposta fotoblástica em alguma temperatura específica ou durante o armazenamento. Segundo Probert et al. (1985), as condições de temperatura a que a planta-mãe foi submetida durante o desenvolvimento das sementes podem exercer considerável influência nas respostas quantitativas de germinação na luz e em temperaturas alternadas. Outro fator a influenciar a variação na resposta da luz durante a germinação, segundo Lima & Felipe (1986), é a idade das sementes. Sementes recém-coletadas de *Portulaca oleracea* não apresentaram germinação no escuro, mas este fotoblastismo muda conforme aumenta o tempo de armazenamento. Verificou-se, no presente trabalho, que a espécie *Hyptis suaveolens* tem uma velocidade de germinação rápida, e pode também germinar ao longo do tempo, dependendo da temperatura e da viabilidade das sementes com um certo tempo de armazenamento.

Para as sementes remanescentes de *Hyptis suaveolens* que não germinaram em cada tratamento até o 30º dia, realizou-se o teste de tetrazólio. Verificou-se, nos tratamentos em presença e ausência de luz, que todas as sementes remanescentes estavam viáveis. Pela viabilidade das sementes remanescentes do teste de germinação, constatada pelo teste de tetrazólio nos tratamentos, pode-se inferir que a espécie possui algum grau de dormência, pois mesmo as sementes remanescentes dos tratamentos na presença da luz encontravam-se viáveis.

CONCLUSÃO

- A maior germinação de sementes ocorreu na presença de luz e em temperaturas altas.
- As temperaturas alternadas de 20-30°C, 30°C e 25°C são favoráveis à germinação de sementes de *Hyptis suaveolens*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: London Plenum Press, 1994. 445 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

CARDOSO, V. J. M. Germinação e fotoblastismo de sementes de *Cucumis anguria*: influência da qualidade da luz durante a maturação e secagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 75-80, jan./jun. 1995.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Semente**: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

FANTIN, S. C. **Aspectos da germinação e efeitos do condicionamento osmótico em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. – **Bombacaceae**)**. 2001, 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) –Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, SP.

FELIPPE, G. M.; SILVA, J. C. S. Estudos de germinação em espécies do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 157-163, jul./dez. 1984.

FELIPPE, G. M.; POLLO, M. Germinação de ervas invasoras: efeito de luz e escarificação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 6, p. 55-60, jan./jun. 1983.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. . Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 231-242, maio/ago. 2001.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó (MG). **Acta Botânica Basílica**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 487-494, out./dez. 2003

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, jul. 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEISHMAN, M. L.; WRIGHT, I. J.; MOLES, A. J.; WESTOBY, M. The evolutionary ecology of seed size. In: M. Fenner. **Seed: the ecology of regeneration in plant communities**. UK, CAB International, 1992. p. 31-57.

LIMA, R. F.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz e temperatura na germinação de *Portulaca oleracea*. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 38, n. 9, p. 1577-1589, 1986.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 228-229.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

PROBERT, R. J.; SMITH, R. D.; BIRCH, P. Germination responses to light and alternating temperature in European populations of *Doctylis glomerata*. Variability in relation to origin. **New Phytologist**, Cambridge, v. 99, n. 2, p. 305-316, 1985.

THOMPSON, K.; GRIME, J. P. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 141-156, 1983.

VIANA, A. M.; FELIPPE, G. M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Discorea composita*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 109-115, dez. 1986.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz da vida das plantas (tradução Gil Martins Felipe)**. São Paulo: EPU: Ed. Universidade de São Paulo, 1982. 101 p.

WULFF, R. MEDINA, E. Germination of seeds in *Hyptis suaveolens* Poit. **Plant & Cell Physiology**, Kyoto, v. 12, n. 4, p. 567-579, 1971.

WULFF, R. P. Intrapopulational variation in the germination of seeds in *Hyptis suaveolens*. **Ecology**, Washington, v. 54, n. 3, p. 646–649, Apr. 1973.

WULFF, R. P. Germination of seed of different sizes in *Hyptis suaveolens*: the response to irradiance and mixed red mixed red-far-red sources. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 63, n. 4, p. 885-888, Apr. 1985.

CAPITULO III

TEOR DE CLOROFILA, CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. EM RESPOSTA A NÍVEIS DE RADIAÇÃO SOLAR

RESUMO

MAIA, Sandra Sely Silveira. Teor de clorofila, características anatômicas e composição do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* em resposta a níveis de radiação solar. In: _____. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae.** 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variação do teor de clorofila, características anatômicas, teor e composição química do óleo essencial de folhas de plantas de *Hyptis suaveolens* em resposta a níveis de radiação solar. Os tratamentos foram três tipos de ambiente, caracterizados sob 80 e 40% de sombreamento artificial e 0% de luminosidade. As avaliações foram realizadas após 4 meses de cultivo: anatomia foliar, teor de clorofila, teor e composição química do óleo essencial das folhas de *H. suaveolens*. Constatou-se que os maiores teores de óleo essencial foram encontrados nas plantas submetidas ao tratamento pleno sol. Foram identificados 13 constituintes majoritários no óleo, dos quais 85,61%, 87,76% e 88,01%, respectivamente, em pleno sol, 40% e 80% de sombreamento; os parênquimas paliádico e o esponjoso foram maiores nas plantas que estavam no ambiente em pleno sol; houve variação no número e no tamanho de estômatos entre os tratamentos. Conclui-se que a espécie possui grande variabilidade no teor e na composição do óleo essencial dependendo do ambiente de cultivo e apresenta grande plasticidade fisiológica em relação aos níveis de irradiância.

¹ **Comitê orientador:** José Eduardo Brasil Pereira Pinto. – UFLA (Orientador) Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. Content of chlorophyll, anatomical characteristics and composition of the oil essential *Hyptis suaveolens* in response to levels of solar radiation. In: **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical characteristics and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Lamiaceae** 2006. Thesis (Doctorate in Fitotecnia) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

This work present aims to evaluate the level of irradiance in variation in the chlorophyll content, anatomical characteristics, content and chemical composition of the essential oil of leaves of plants of *Hyptis suaveolens* in response to levels of solar irradiance. The treatments were three levels under 40 and 80% of artificial shading and 0% full sun. After 4 months of cultivation the content and the composition of the essential oil, chlorophyll content and the anatomical aspects were analyzed. It was verified that the largest content of essential oil were found in the plants submitted to the treatment in full sun; identified 13 constituent majority in the oil, of the which 85,61%, 87,76% and 88,01%, respectively full sun, 40% and 80% of artificial shading; the palisade parenchyma and the spongy was larger in the plants that they were in full sun; there was variation in the number and stomata size among the treatments. In conclusion, the species possue great variability in the content and composition of the essential oil depending on the cultivation; it presents great fisio-anatomical plasticity in relation to the irradiance levels.

¹ **Guidance committee:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Adviser), Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Adviser).

INTRODUÇÃO

Hyptis suaveolens (L.) Poit. (Lamiaceae) é uma espécie anual, nativa do continente americano, fortemente aromática e com altura de 0,50 a 1,90 m, mas pode chegar a 3,0 m dependendo do ambiente. É comum em locais que foram submetidos à ação antrópica, como em terrenos baldios, beira de estradas, pastagens e culturas anuais e perenes. É uma espécie distribuída em regiões tropicais e subtropicais; no Brasil é distribuída em todo o território e é empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente na região Nordeste. No Brasil é conhecida como bamburral, sambacoité, mentrasto-do-grande, cheirosa, alfavacão, alfavaca-de-caboclo, alfazema-de-caboclo, alfazema-brava, salva-limão, betônica-brava, metrasto-graçu, são-pedro-caá, melissa-de-pon, pataquera, betônia-branca e chá-de-frança (Lorenzi & Matos, 2002).

Segundo Nobel (1991), as plantas adaptam-se à intensidade da luz, regulando a sua morfologia, estrutura, composição e estado fisiológico (principalmente no que se refere à sua capacidade fotossintetizante), o que, como uma das principais conseqüências, gera a alterações de suas vias metabólicas primárias e secundárias, originando, desta forma, as mais diferentes respostas na tentativa de permitir, por meio destas regulações, o alcance de seu estado funcional máximo.

Embora o nível de metabólitos secundários seja controlado geneticamente, a quantidade e a concentração desses compostos varia acentuadamente em função das condições ambientais. Apresentam-se como importantes fatores ambientais a luz (intensidade e fotoperíodo), a latitude, a temperatura (mínima, máxima e média), o solo (propriedades químicas e físicas), os ventos, os macro e micronutrientes e a disponibilidade hídrica. Esses fatores apresentam respostas diferenciadas nas diversas espécies estudadas, devendo-se considerar ambientais ótimas para a máxima produção de cada espécie (Palevith, 1987). Segundo o autor, a produção de biomassa e de fitoquímicos também está estreitamente relacionada com aspectos agrônômicos como preparo do solo, época de plantio, fertilização, irrigação, espaçamento, uso de herbicidas e pesticidas, reguladores vegetais, tratamento de sementes e técnicas de colheita e pós-colheita.

De acordo com Gottlieb & Salatino (1987), os óleos essenciais possuem um papel ecológico, uma vez que seus constituintes estão envolvidos em todos os aspectos da interação planta-microorganismo, planta-planta, planta-animal conforme dados que comprovam o papel de alguns terpenóides com agentes alelopáticos, proteção contra predadores e atração de polinizadores. Ainda segundo os mesmos autores, os óleos essenciais são misturas complexas e altamente variáveis.

O tipo de estrutura secretora e a sua frequência também podem ser relacionados com a quantidade e a qualidade de substância produzida por determinada espécie. Assim, vários autores, com base em estudos com

microscopia de luz, microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, aliados a testes histoquímicos, puderam associar a composição química de metabólitos produzidos a diferentes idioblásticos e/ou tricomas em Labiatae (Werker et al., 1985), Piperaceae (Silva, 1992), *Sambucus racemosa* (Zobel, 1986) e *Artemisia annua* (Ferreira & Janick, 1995). O óleo essencial de *Hyptis suaveolens* é constituído principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos, sendo estes sintetizados nas células de tricomas glandulares e armazenados no interior de uma cápsula situada no ápice do pêlo glandular (Silva, 2000).

Na literatura, vários trabalhos têm sido feitos com diferentes espécies medicinais com a finalidade de determinar a condição de luz satisfatória para maximizar o rendimento de óleo essencial. Halva et al (1992) utilizaram quatro níveis de luminosidade no cultivo de *Anethum graveolens*, 100% (pleno sol), 70%, 50% e 30%, e verificaram que níveis decrescentes de luminosidade resultam em decréscimos no número de folhas, na área específica, na altura da planta, na precocidade do desenvolvimento dos botões florais e no acúmulo de óleo essencial. Os dados deste experimento sugerem uma relação direta entre a produção de biomassa foliar e a produção de óleo essencial com atividade fotossintética da planta, mas não necessariamente com a constituição do óleo.

Em estudo sobre a produção de óleo essencial em *Salvia officinalis* e *Thimus vulgaris*, as plantas foram submetidas a intensidades luminosas de 15%, 27%, 45% e 100% durante o cultivo. Observou-se uma concentração máxima de óleo essencial em *T. vulgaris* cultivado a 100% de luminosidade, sendo que o óleo apresentou altos teores de timol e de mirceno. A maior

concentração de óleo essencial em *S. officinalis* foi encontrada no cultivo com 45% de luminosidade, em que o acúmulo de tujanona foi máximo e o de cânfora, mínimo. Os autores também verificaram que com a diminuição da intensidade luminosa, houve diminuição no comprimento e na largura da folha e, também, diminuição na densidade dos tricomas peltados, tanto em *T. vulgaris* como *S. officinalis*. (Li et al., 1996).

Em plantas de carqueja [*Bacharis trimera* (Less) D. C.], o aumento do nível de irradiância luminosa causou tendência de acréscimo no teor de óleo essencial e elevou consideravelmente o conteúdo por planta (Silva, 2001). Na espécie *Ocimum selloi* Benth., em plantas mantidas sob radiação solar plena e sombreamento parcial de 50%, o teor de óleo essencial (0,65%) não diferiu significativamente entre os níveis de radiação solar (Gonçalves, 2001). Em plantas de *Thimus vulgaris* [Letchamo & Gosselin (1996)] e de *Lippia Alba*, [Ventrela & Ming (2000)] verificaram que as plantas submetidas a um maior nível de irradiância tiveram elevação no teor de óleo essencial.

Na espécie *Hyptis suaveolens*, vários autores atribuem uma grande variabilidade no óleo essencial, tanto em relação à composição química como ao rendimento, a origem geográfica das plantas (Ahmed et al., 1994; Azevedo et al, 2002; Gottlieb et al., 1981; Luz et al., 1984; Malele et al., 2003), fatores edáficos (Oliveira et al., 2005), nutrição (Martins et al., 2006) e partes da planta (Silva, 2000). Além disso, segundo Martins et al. (2006), populações naturais de plantas que ocorrem ao longo de um gradiente ambiental variam quanto à constituição genética e à atividade fisiológica e, embora pertencendo à

mesma espécie, podem responder de modo muito diferente às condições ambientais vigentes. Portanto, a procedência distinta de plantas de *H. suaveolens* pode ser um fator de variabilidade genética, uma vez que a biodiversidade envolve o metabolismo das plantas e seus produtos (Brown Jr, 1988), ou pode indicar um padrão de variação geográfica na composição do óleo essencial.

Na literatura não há ainda relatos sobre a influência da radiação no teor e composição química de óleo essencial e no teor de clorofila desta espécie. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar variação no teor de clorofila, aspectos anatômicos, teor e composição química do óleo essencial de folhas de plantas de *Hyptis suaveolens* em resposta a níveis de radiação solar.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em campo experimental do Setor de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura (DAG) e no Laboratório de Anatomia do Departamento de Biologia (DBI) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O município de Lavras está situado na região Sul do estado de Minas Gerais, a 918,87 m de altitude, latitude sul de 21° 14' S e longitude oeste de 45° 00' GRW. Segundo a classificação climática de Koppen, o clima regional é do tipo Cwa com características CWb, apresentando duas estações

bem definidas: seca, com temperaturas mais baixas de abril a setembro, e chuvosa, com temperaturas mais elevadas de outubro a março.

Os dados climatológicos dos meses de setembro/05 a janeiro/06 foram fornecidos pela Estação Climatológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFLA durante a condução do experimento e estão apresentados na Figura 1.

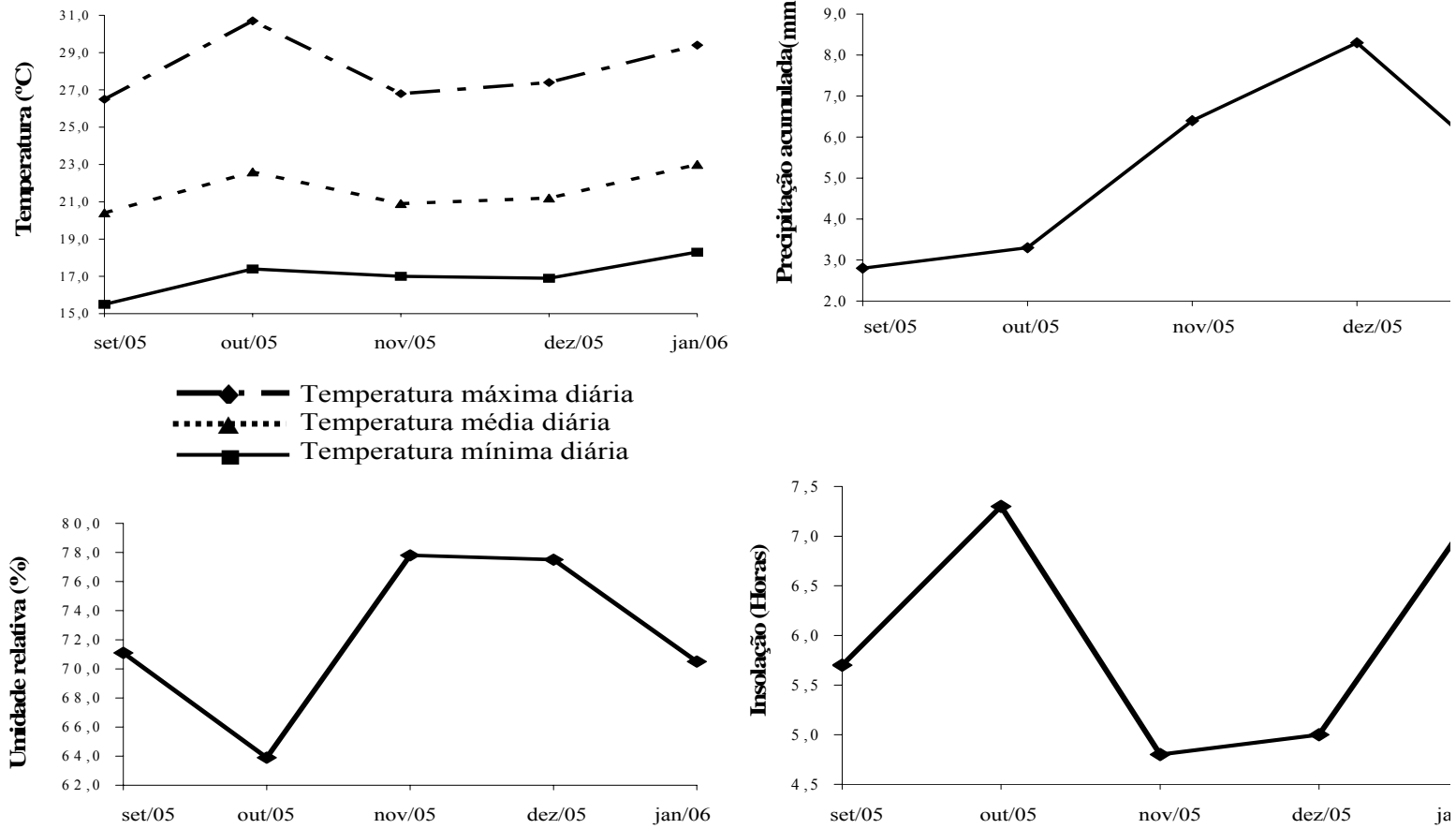


FIGURA 1. Dados climatológicos do Campus da UFLA durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Obtenção do material vegetal e manejo da cultura

As mudas de *Hyptis suaveolens* utilizadas no experimento foram produzidas a partir de sementes. A semeadura foi feita em bandejas de isopor preenchidas com substrato Plantimax[®]. Foi feito o desbaste e as mudas foram levadas para o campo após 15 dias, com o terceiro par de folhas estabelecidas. O solo do experimento é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distroférico (LVAd). Foi plantada uma muda por cova, com espaçamento de 1,0 x 1,0 m. A irrigação foi feita manualmente, por meio de regadores, exceto nos dias chuvosos. Efetuou-se diariamente a irrigação até o umedecimento do solo e as capinas foram efetuadas de acordo com a necessidade.

As plantas foram cultivadas sob três tipos de ambiente, caracterizados pela disponibilidade de radiação solar incidente, que foi controlada por meio de tela refletora comercialmente denominada Aluminet[®] com especificação comercial 80 e 40% de interceptação da radiação solar. Em 0% de interceptação da radiação solar as plantas foram cultivadas a pleno sol. O experimento foi instalado com três tratamentos (T1 – 80% sombra; T2 – 40% sombra e T3 – pleno sol) contendo quatro repetições com cinco fileiras de plantas, totalizando 20 plantas/área. A coleta das amostras foi no mês de janeiro, quando as plantas estavam com quatro meses, em pleno estado vegetativo.

A identificação da espécie através da exsicata está depositada no Herbário ESAL do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, sob o código ESAL 20475.

Extração, quantificação e composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens*

Utilizaram-se 30 g de folhas frescas colhidas pela manhã, às 8 horas no horário de verão. As folhas foram transportadas até o laboratório em sacos plásticos, em recipiente de isopor para evitar a desidratação e a oxidação. Em seguida, foram pesadas em balança analítica e ocorreu a extração do óleo essencial. Para a extração do óleo essencial de *Hyptis suaveolens*, utilizou-se a técnica de hidrodestilação por duas horas, em aparelho do tipo Clevenger modificado. Para a purificação do óleo essencial, o hidrolato foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, realizando-se três extrações, utilizando 30 ml de diclorometano em cada. As frações orgânicas foram reunidas e secas com 3g de sulfato de magnésio anidro, deixando-o agir por 4 horas. Em seguida, o sal foi removido por filtração simples e o solvente, evaporado à temperatura ambiente, sob capela de exaustão de gases, sendo, posteriormente, determinada sua massa residual. Também foram coletados 30 gramas de massa fresca para determinar a matéria seca de pleno sol, 40% e 80% de sombreamento, 7,5g, 6,5g e 5,5g, respectivamente.

A análise composicional do óleo foi feita em cromatógrafo gasoso Varian CP-3380 equipado com detector de ionização de chamas, coluna capilar

SE-54 (30m x 0,32 mm), do fabricante Alltech (Deerfield, TI, USA), e hidrogênio como gás carreador (2 mL/min). A temperatura foi programada na faixa de 40 a 280°C, como uma variação de 5°C/min. As temperaturas do injetor e do detector foram programadas para operar a 280°C. Foi injetado 1 µl de amostra no modo split (1/100). As porcentagens relativas do compactor foram calculadas com um software integrador Varin Star 5.52, com base nas áreas dos picos. As análises por cromatografia gasosa foram feitas pelo Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e os componentes majoritários foram identificados por comparação de seus índices de retenção através da comparação de Índices de Kovats, calculados em relação à série n-alcenos e aos dados da literatura de Azevedo et al. (2002), Martins et al. (2006) e Oliveira et al. (2005).

Teor de clorofila

A avaliação do teor de clorofila foi realizada após quatro meses de cultivo. Para isso foram retiradas, ao acaso, cinco folhas completamente expandidas, do terceiro par de folhas da planta de cada tratamento (pleno sol, 80% e 40% sombreamento), que foram imediatamente acondicionadas em papel alumínio e mantidas sob refrigeração em caixa de isopor. A quantificação das clorofilas a, b e total foi realizada segundo o método proposto por Arnon (1949). Inicialmente, as folhas foram cortadas em pequenos pedaços de 1 cm, eliminando-se a nervura central, e em seguida foi determinada a massa fresca

para cada avaliação de cada tratamento. Para cada extração foi utilizado 1 grama deste material vegetal, que foi macerado em cadinho com pistilo com 5mL de acetona 80% (v/v). Em seguida, os extratos foram filtrados em funil de vidro, completando-se o volume para 20 mL com acetona 80%. Logo após este procedimento, foi efetuada a leitura das absorbâncias a 663 nm para a clorofila a e 645 nm para a clorofila b. As determinações dos teores de clorofila (mg de clorofila por g de matéria fresca de tecido foliar) foram realizadas utilizando-se as equações:

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \times (V/1000w);$$

$$\text{Clorofila b} = (22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \times (V/1000w);$$

$$\text{Clorofila total} = (20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}) \times (V/1000w);$$

em que:

A= absorbância dos extratos no comprimento de onda indicado;

V = volume final do extrato clorofila — acetona;

W = matéria fresca em gramas do material vegetal utilizado.

Características anatômicas das folhas

Para realização dos estudos anatômicos foram coletadas folhas completamente expandidas, as quais foram fixadas em FAA 70% (Folmaldeído – ácido acético glacial – álcool etílico 70%) por 72 horas e, posteriormente, conservadas em álcool etílico 70 GL (Johansen, 1940).

O estudo anatômico das folhas teve como base o exame microscópico de secções transversais, obtidas com micrótomo manual, e secções paradérmicas das superfícies abaxial e adaxial das folhas obtidas à mão livre, ambas da região mediana das folhas.

As secções transversais foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio, lavadas em água destilada, coradas com azul de astra e safranina e montadas em glicerina 50%, segundo metodologia descrita por Kraus & Arduin (1997). As determinações das espessuras do tecidos foram realizadas com ocular micrométrica acoplada em microscópio de luz, avaliando-se cinco folhas retiradas a partir do terceiro nó da parte apical dos ramos, sendo efetuadas três medições no terço mediano de cada folha, totalizando 15 repetições por tratamento.

As lâminas com secções paradérmicas das faces abaxial e adaxial das folhas foram montadas com solução corante de safranina 1% em água glicerinada. A contagem do número de estômatos foi realizada em microscópio OLIMPUS CBB, utilizando-se câmara clara (Labouriau et al., 1961), em 12 campos da região mediana de cada folha dos três tratamentos. Foram

quantificados as espessuras dos parênquimas paliçádico e esponjoso e das epidermes adaxial e abaxial, o diâmetro polar e equatorial dos estômatos e a densidade estomática das folhas de *Hyptis suaveolens*.

Delineamento experimental

A análise do teor de clorofila, da anatomia foliar e do óleo essencial foi feita em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. A anatomia foliar foi feita com quatro plantas por repetição. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-knott ($P < 0,05$). Para os dados qualitativos foram utilizadas análises descritivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de óleo essencial apresentou diferenças significativas entre os níveis de irradiância; as plantas submetidas a pleno sol apresentaram maiores teores de óleos essenciais, com 40% e 89% a mais do que nos tratamentos com sombreamento a 40% e 80%, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1. Teor de óleo essencial de plantas de *Hyptis suaveolens* crescidas sob radiação solar pleno, 40 e 80 % de sombreamento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de luminosidade	%
Pleno Sol	0.091 a
40 % de sombreamento	0.065 b
80 % de sombreamento	0.048 b

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Os óleos essenciais são associados a várias funções necessárias à sobrevivência do vegetal em seu ecossistema (Siani et al., 2000). Então, provavelmente o óleo essencial presente nas folhas de *Hyptis suaveolens* foi maior no ambiente pleno sol devido a estar funcionando como proteção a um fator de maior radiação solar, pois a radiação não é, para a planta, somente uma fonte de energia e estímulo para o desenvolvimento, mas também, às vezes, pode funcionar como um fator estressante (efeito fotodestrutivo) (Larcher, 2004). Nesses ambientes, as plantas ficam expostas a outros fatores ambientais e pode ter ocorrido interação entre eles, e há que se considerar que em trabalhos desenvolvidos no campo há uma grande possibilidade da influência de outros fatores ambientais, os quais, dependendo da época do ano, poderá ocasionar um estresse na planta. Segundo Araújo (2004), a temperatura é um dos principais fatores que controlam o desenvolvimento e o metabolismo das plantas. Embora cada espécie esteja adaptada ao seu ambiente natural, muitas

espécies são capazes de viver em uma ampla faixa de temperatura. *Hyptis suaveolens* é considerada uma espécie ruderal, ou seja, consegue se adaptar a diversos ambientes, principalmente aqueles degradados. Então, possivelmente esta espécie adapta-se a ambientes inóspitos regulando seus metabólitos secundários de acordo com sua necessidade como meio de sobrevivência.

O efeito da radiação solar na produção de metabólitos secundários tem sido detectado em diversas plantas. Baixos níveis de radiação solar têm sido geralmente associados com o decréscimo no teor de óleo essencial e com alterações na sua composição química. O teor de óleo essencial de *Mentha cordifolia* foi 28% menor nas plantas crescidas em 2% de radiação solar se comparado com as plantas crescidas em 25% de radiação solar (Cantoria & Cuevas, 1974) em *Anethum graveolens* e *Thymus vulgaris* a produção de óleo cresceu nos níveis mais altos de luz (Halva et al., 1992; Yamaura et al., 1989). Li et al., (1996), entretanto, obtiveram-se resultados diferentes em tomilho (*Thimus vulgaris*) e Sálvia (*Salvia officinalis*) crescidas sob os mesmos níveis de radiação solar. A produção de óleo essencial em tomilho foi maior nas plantas crescidas em luminosidade total, diminuindo com o decréscimo dos níveis de luz, mas em Sálvia o teor de óleo foi maior em plantas crescidas no sombreamento parcial. Em *Baccharis trimera* (Less.) D.C cultivada em vários níveis de radiação, houve uma tendência de elevação do teor nos níveis maiores de radiação (Silva, 2001). Já em *Ocimum selloi*, Gonçalves (2001) não encontrou diferenças no teor de óleo essencial de plantas cultivadas em sombreamento parcial e radiação solar plena.

A produção de óleo essencial pode variar de 0,005 a 10% da massa do material usado na extração (Lavabre, 1990). O teor de óleo obtido pelas condições deste trabalho, nas folhas, foi similar aos dos outros estudos. Por exemplo, Queiroz et al. (1990) obteve um teor médio de óleo essencial de 0,07%, coletado em plantas espontâneas em pleno sol em Campinas/SP. Na Índia, foi encontrado um teor de 0,06% (Nayak & Guha 1952); já na Venezuela, encontrou-se 0,048% (Flores & Medina, 1970). Amostras coletadas nas Filipinas e em Java apresentaram teores bem menores, de 0,014 e 0,025%, respectivamente.

Contudo, diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, os teores de óleo essencial em plantas de *Hyptis suaveolens* estudadas por Mallavaparu et al. (1993), foram de 0,15 e 0,25% em plantas coletadas em Hyderabad (Índia); em plantas do Nordeste do Brasil (Craveiro et al., 1981) houve um rendimento alto, de 0,5 %; e para as da Amazônia, na região de Manaus (Gottlieb et al. 1981) o rendimento foi de 0,6%. Por outro lado, esse rendimento foi muito alto nas plantas coletadas na Nigéria, com 1,5% (Iwu et al., 1990). Hac et al. (1996), encontraram rendimentos de 0,4% em plantas coletadas no Vietnã. É importante observar que as plantas da Nigéria, do Nordeste do Brasil e da Amazônia apresentaram rendimentos de óleo essencial bem superiores a algumas das outras localidades. Isto poderia ser explicado pelo fato de que as populações da floresta pluvial e equatorial e regiões mais áridas do Nordeste provavelmente estejam sujeitas a fortes pressões seletivas por agentes bióticos (herbívoros, doenças, etc) e climáticos.

Por outro lado, em plantas cultivadas em casa de vegetação sob influência da adubação e épocas diferentes de colheita (aos 60 e 135 dias após a semeadura), Martins et al. (2006), obtiveram rendimentos variando de 0,16% a 0,45%. Os autores verificaram que as plantas coletadas aos 60 dias e suplementadas com NPK obtiveram rendimentos variando de 0,16 a 0,30% e as plantas coletadas aos 135 dias e deficientes em NPK tiveram um rendimento de 0,41% a 0,45%, resultados superiores aos encontrados no presente trabalho, no qual, porém, as condições de manejo do cultivo são diferentes, já que, em Martins et al. (2006) as plantas foram cultivadas em condições controladas e sob adubação. Além disso, as amostras do presente trabalho foram coletadas com tempo nublado, provavelmente influenciado pelo orvalho, já que foram coletados no horário verão, às 8:00 horas, o que pode ter diluído o teor de óleo essencial.

Os resultados do presente trabalho, aliados aos dados da literatura, indicam a influência do ambiente na produção de óleo essencial nesta espécie. Os teores de óleo produzidos por plantas de *H. suaveolens* variam muito, podendo chegar até a 1,5%, conforme relatado para plantas nativas da Nigéria.

Composição do óleo

A análise, por cromatografia em fase gasosa, das amostras de óleo extraídas de folhas frescas de plantas crescidas sob radiação solar plena e sob sombreamento (80% e 40%) revelou 30 picos para o ambiente em pleno sol, 27 para o ambiente 40% de sombreamento e 20 picos para o ambiente 80% de sombreamento (Tabela 2). Ocorreram 13 picos majoritários dos tratamentos pleno sol, 40% e 80% de sombreamento, totalizando uma concentração de 85,61%, 87,76% e 88,01%, respectivamente. Nos demais compostos presentes não foram constatadas diferenças na composição desses constituintes minoritários entre os tratamentos.

A composição do óleo essencial variou entre os níveis de irradiância, em diferenças quantitativas (Tabela 2). Diferenças quantitativas importantes foram observadas, como é o caso do Germacreno B no ambiente de 80% de sombreamento, que foi o principal componente neste ambiente e ainda teve a maior concentração (27,41 %) em comparação com os outros ambientes (pleno sol, com 9,59%; e 40%, sombreamento com 4,69%). O Composto δ -Elemeno foi observado em maior concentração no ambiente 40% de sombreamento (14,39%) e em pleno sol (12,26%); no ambiente 80% de sombreamento observaram-se apenas 5,16%. Outro pico com uma porcentagem representativa foi γ -Muuroleno, para o qual se observou, em 40% de sombreamento, 18,31%; em 80% de sombreamento, 14,93%; e em pleno sol 13,86%. Nos ambientes pleno sol e 40% de sombreamento, quatro picos destacaram-se: Germacreno D, γ -Muuroleno, δ -Elemeno e (Z)-Cariofileno, totalizando 52,23% e 62,01%, respectivamente.

No ambiente 80% de sombreamento houve uma mudança nos componentes, destacando-se 1,8 cineol, γ -Muuroleno e Germacreno B, totalizando 52,47%. Isto mostra uma mudança nos componentes em relação ao ambiente de cultivo.

Sales (2006), trabalhando com *Hyptis marruboides* com níveis de irradiância, verificou que a luz não exerceu influência sobre a composição química do óleo essencial. Exceção ocorreu para os compostos iso-3-tujanol, com teores inferiores nas plantas cultivadas a 100% de irradiância, e δ -cadineno, que apresentou menores teores em plantas cultivadas a 60% de irradiância (40% de sombreamento).

TABELA 2. Porcentagem dos componentes do óleo essencial de folhas de *H. suaveolens*, obtido de plantas cultivadas em diferentes níveis de sombreamento. Lavras, MG, UFLA, 2006.

Nº Pico	IK	Componente	% da área do pico		
			Pleno Sol	Sombreamento	
				40%	80%
1	1014	α -Terpineno	1,66	2,01	-
2	1036	1,8 cineol	4,28	2,01	10,13
3	1331	δ -Elemeno	12,26	14,39	5,16
4	1370	α -lilangeno	2,28	2,53	2,65
5	1377	α -Copaeno	4,71	3,15	1,73
6	1386	β -Bourboneno	3,75	4,08	2,92
7	1405	(Z)-Cariofileno	10,73	11,52	5,83
8	1417	(E)-Cariofileno	1,38	1,31	1,07
9	1470	γ -Muuroleno	13,86	18,31	14,93
10	1480	Germacreno D	15,38	17,79	8,32
11	1552	Germacreno B	9,59	4,69	27,41
12	1611	1,10-Di-epi-cubenol	2,81	2,69	3,66
13	1621	1-epi-Cubenol	2,92	3,28	4,2
Total dos picos majoritários (%)			85,61	87,76	88,01

Queiroz et al. (1990) quantificaram, por meio da análise cromatográfica do extrato de folhas jovens de *Hyptis suaveolens*, em plantas crescendo em pleno sol em Campinas/SP, 33 picos diferentes de substâncias químicas, e observaram, dentro de seis populações, uma alta variação na composição de terpenos. Segundo os autores, plantas desta espécie, na região Nordeste e na Amazônia do Brasil, apresentaram rendimentos de óleo essencial (0,5% e 0,6%, respectivamente) bem superiores às de outras localidades, o que pode ser explicado pelo fato de este ser um ambiente de floresta equatorial e o outro, uma região semi-árida, em que a pressão seletiva do ambiente é forte, havendo, por exemplo, herbivoria e patologias, entre outras.

Vários trabalhos foram feitos em diferentes localidades com plantas nativas de *H. suaveolens*, com as seguintes composições químicas: Gottlieb et al. (1981) obtiveram, como componente principal do óleo coletado na Amazônia (Manaus-AM), o 1,8-cineol (37%), seguido do b-pineno (18,7%); enquanto Luz et al. (1984), em Aripuanã (MT), obtiveram como componente principal o 1,8 cineol, seguido de g-elemeno e β -cariofileno. Craveiro et al. (1981), coletaram plantas na região Nordeste do Brasil, as quais apresentaram o 1,8 cineol, seguido de γ -elemeno e car-3-eno, dois monoterpeno não identificados e o β -cariofileno. Flores & Medina (1970) encontraram, em plantas coletadas na Venezuela, a fenchona (42,3%) e o limoneno (13,5%) como principais componentes desta espécie.

Segundo Hac et al. (1996), esta espécie apresenta muitos quimiótipos, além de apresentar consideráveis variações intrapopulacionais na composição de terpenos (Queiroz et al., 1990).

Em trabalhos mais recentes, Azevedo et al. (2002), Batista et al. (2003) e Oliveira et al. (2005) trabalharam com *H. suaveolens* com plantas nativas e em localidades diferentes no Estado de Goiás. De acordo com Azevedo et al. (2002), em plantas no estágio de frutificação observaram-se os seguintes principais componentes: espatulenol, 1,8 cineol e (E)-cariofileno. Batista et al. (2003) verificaram, em 11 amostras oriundas de regiões do Cerrado goiano, uma grande variabilidade química intraespecífica nas amostras avaliadas. Esses autores classificaram as substâncias em três grupos, com as seguintes características: grupo I, com base no conteúdo de ρ -menta-2,4(8)-dieno; grupo II, com alto teor de biciclogermacreno/germacreno B; e grupo III, com alto teor de limoneno/ β -felandreno/d-terpineno. De acordo com os autores, essa variabilidade química pode estar associada aos diferentes tipos edafoclimáticos observados nas regiões do Cerrado. Já Oliveira et al. (2005), além da variação geográfica, também verificaram a diferença em relação aos estágios das plantas, ou seja, vegetativo, florescimento e frutificação, sendo sabineno, limoneno, 1,8-cineol, (E)-cariofileno e espatulenol os principais componentes.

Martins et al. (2006) trabalhando em casa de vegetação em diferentes épocas de colheita e com ausência e presença de nutrientes (NPK), observaram, como os principais componentes no óleo essencial desta espécie, espatulenol, globulol, dehydroabietol, α -cadinol e o β -felandreno. Como pode ser visto na

literatura, há uma grande variação química dos principais componentes presentes nas plantas de *Hyptis suaveolens*, os quais foram diferentes dos resultados encontrados neste trabalho. Contudo, nos trabalhos anteriores, além das diferenças geográficas marcantes, com exceção de Martins et al. (2006), também podem ter ocorrido outras diferenças, como, por exemplo, as condições ambientais (que podem ter sido diferentes em relação a este trabalho), de cultivos e da própria espécie.

Segundo Queiroz et al. (1990), frequentemente existe uma correlação entre o ambiente e a variação da composição química, principalmente sazonal e geograficamente, especialmente no que se refere à relação da hipótese de herbivoria.

Ainda, pode ser observado na Tabela 2, que a maioria dos componentes majoritários encontrados neste trabalho são sesquiterpenos. Nos componentes principais, os monoterpenos aparecem com um pequeno percentual. Foram identificados o α -terpineno e o 1,8-cineol, que apresentaram diferenças nos ambientes, principalmente no 80% de sombreamento (10,13%) em relação a 40% (2,01%) e pleno sol (4,28%). Segundo Croteau & Johnson (1984), os monoterpenos produzidos nas plantas de várias espécies passam por constantes modificações, e isto é uma das causas da grande variação na composição química dos óleos essenciais.

Essas diferenças entre os componentes majoritários de monoterpenos e sesquiterpenos (Tabela 2) pode ter sido ocasionada pelos processos

relacionados à taxa de biossíntese, à perda metabólica e à taxa de volatilização em detrimento das condições ambientais verificadas (Figura 1). Observam-se variações climáticas durante a condução do experimento, o que pode ter contribuído para as variações químicas nas plantas. Além disso, o dia em que foram coletadas as amostras de folhas frescas das plantas de cada tratamento estava nublado.

Parâmetros climáticos, tais como temperatura atmosférica e precipitação, têm sido apontados como fatores que influenciam a composição e o conteúdo de óleo essencial em várias plantas aromáticas. Por exemplo, em gerânio, um aumento na temperatura máxima reduz o conteúdo de óleo, aumentando, no entanto, a porcentagem de citronelol e seu éster formiato (Girard, 2005).

Lincoln & Langenheim (1978) estudaram *Satureja douglasii* (Benth.) Briq. sob condições controladas e observaram que a intensidade luminosa e a temperatura diária influenciaram a produção de monoterpenos. Esses autores observaram que com baixa temperatura diária houve um aumento na concentração dessas substâncias por matéria seca e no rendimento por folha. Ao contrário, a baixa intensidade luminosa reduziu o conteúdo dessas substâncias por matéria seca e teve pequeno efeito por folha.

Firmage (1981) determinou os efeitos das variações de luz e de temperatura sobre a formação dos monoterpenos. A baixa intensidade luminosa e as baixas temperaturas causaram variações significativas na quantidade de

alguns componentes principais desses metabólitos e no rendimento total de *Hedeoma drummondii*.

Teores de clorofila

Analisando o comportamento dos teores de clorofilas *a*, *b* e total nos diferentes níveis de sombreamento, observou-se que estes foram maiores nos níveis de 40% e 80% de sombreamento (Tabela 3). Nas clorofilas *a* e *b* houve um aumento da concentração em função da diminuição da intensidade de radiação. Para as clorofilas *a* e total não houve diferenças entre os níveis de sombreamento 40 e 80%, sendo observadas diferenças entre eles na clorofila *b*, para o nível de sombreamento de 80%. Estes resultados concordam com os observados por outros autores no que diz respeito à existência de uma tendência de redução na razão clorofila *a/b* à medida que reduz a intensidade de luz (Boardman, 1977; Cardoso, 2005). Isto se deve à maior proporção de clorofila *b* em ambientes sombreados, o que está associado ao fato de a sua degradação ser mais lenta do que a da clorofila *a* (Engel & Poggiani, 1991). Uma maior proporção relativa de clorofila *b* pode ser vantajosa sob sombreamento, já que a clorofila *b* permite uma maior eficiência de absorção de luz menos intensa (Whatley & Whatley, 1982), o que, num ambiente sombreado, poderá favorecer melhor a fotossíntese.

A redução no teor de clorofila das folhas a pleno sol (por unidade de massa) é amplamente relatada na literatura, como registrado por Naves et al. (1994). O maior acúmulo de clorofila em níveis mais sombreados pode ser devido a um efeito compensatório da espécie à menor quantidade de radiação disponível. Boardman (1977) reforça a idéia de que folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz apresentam maiores teores de clorofila por unidade de peso.

TABELA 3. Teor de clorofila a, b e total (mg/g de biomassa fresca) e a razão a/b em plantas de *Hyptis suaveolens* submetida a diferentes níveis de radiação solar. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Razão a/b
Pleno Sol	0,09b	0,03c	0,12b	3,32a
40% sombreamento	0,13a	0,04b	0,17a	3,18a
80% sombreamento	0,14a	0,05a	0,19a	2,79a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Foi observado, nas condições deste trabalho, que as folhas no ambiente 80% de sombreamento apresentaram uma coloração verde mais escuro em relação aos outros ambientes, isto provavelmente devido à clorofila *b*. Whatley & Whatley (1982) relatam que esse aumento da proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita maior captação de energia em outros comprimentos de onda e a transferência para

uma molécula específica de clorofila *a*, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese. Essa característica é adaptativa da planta, de modo a se tornar mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade de luz. As plantas sombreadas recebem radiação mais difusa e rica em vermelho extremo (VE), o que aumentaria relativamente a clorofila *b* em relação à clorofila *a*.

Ocorreu redução de 36,84% da clorofila total no tratamento correspondente ao pleno sol, em relação ao 80% de sombreamento (Tabela 3), dados muito próximo aos encontrados por Cardoso (2005) de 35,41% para *Aloysia gratissima*.

Resultado semelhante também foi obtido por Atroch (1999), trabalhando com *Bauhinia forficata*. Este autor observou uma redução significativa de 28% na clorofila total em plantas sob 100% de irradiação, em comparação com plantas com maior sombreamento.

O ambiente de luz em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste de seu sistema fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas destas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta (Engel & Poggiani, 1991). As plantas que crescem em ambientes com muita luz têm, freqüentemente, características estruturais e químicas que reduzem a quantidade de luz que alcança o cloroplasto. As reações de luz são componentes eficientes do sistema

bioquímico. Nestas reações, até 20% da luz absorvida podem ser convertidos em energia utilizável, ATP (Taiz & Zieger, 2004).

Características da anatomia foliar

Pelos resultados da Tabela 4, referente às características anatômicas de *H. suaveolens*, observa-se que não houve diferença significativa para a espessura das epidermes adaxial e abaxial, mas foi encontrada diferença significativa para a espessura dos parênquimas paliçádico e esponjoso (Tabela 4). De acordo com os resultados, os parênquimas paliçádico e esponjoso foram maiores nas plantas que estavam no ambiente de 100% de luz.

TABELA 4. Espessura (μm) dos tecidos epidérmicos, parênquima paliçádico, esponjoso, diâmetro polar e equatorial de *Hyptis suaveolens* submetida a diferentes níveis de irradiância, UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de sombreamento	Espessura (μm)			
	Face adaxial	Face abaxial	Parênquima paliçádico	Parênquima esponjoso
Pleno Sol	26,58 a	17,64 a	86,94 a	131,01a
40%	26,55 a	19,28 a	71,40 b	100,17 b
80%	27,79 a	18,75 a	60,24 c	80,19 c

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Segundo Castro (2002), os parênquimas paliçádico e esponjoso são tecidos que apresentam grande capacidade de respostas aos estímulos de luz, influenciando, portanto, a espessura foliar. Segundo Taiz & Zeiger (2004), as propriedades das células paliçádicas permitem a passagem direta da luz, e as propriedades das células do parênquima esponjoso, que servem à dispersão da luz, determinam uma absorção mais uniforme através da folha.

Apesar de não apresentar resultado estatisticamente significativo para as epidermes das faces adaxial e abaxial, pode-se observar que houve uma tendência de a face adaxial ser maior do que a abaxial. Observando as médias de espessura dos parênquimas, nota-se que as plantas cultivadas em pleno sol tinham folhas mais espessas que as cultivadas em outros ambientes. De um modo geral, houve um decréscimo da espessura foliar de acordo com os parênquimas paliçádico e esponjoso com o aumento do nível de sombreamento. Esse decréscimo na espessura foliar, principalmente ao nível de 80% de sombreamento, pode ter sido ocasionado pela diferença de distribuição dos fotoassimilados. Em menor intensidade luminosa, as plantas apresentaram

folhas mais finas devido ao consumo de assimilados para a expansão da área foliar (Sert, 1992). Por outro lado, nas plantas submetidas a 100% de irradiância, o crescimento das células na fase de alongamento é reduzido, e o crescimento em expansão das paredes celulares paralisa antes do que deveria, tendendo, por isso, a se tornarem mais espessas. O resultado final é a formação de células menores e com maior espessura de parede (Lima Júnior et al., 2006).

Esse fato pode ser explicado pelas as teorias da ação morfogenética da radiação solar. Segundo Rizzini (1976), plantas submetidas a maiores níveis de irradiância apresentam, geralmente, elevadas concentrações de açúcares solúveis e, como conseqüência, aumento da pressão osmótica celular, causando diminuição no teor de água dos tecidos. Dessa maneira, há um déficit hídrico nas folhas, o qual gera um desvio de água dos meristemas.

Segundo Evans (1999), há uma relação estreita entre espaços intercelulares e espessuras de parede celular na condutância interna de CO₂. Essa condutância é constituída de dois componentes, ou seja, a difusão de gases através dos espaços intercelulares e a difusão líquida entre a parede celular e os sítios de carboxilação.

As folhas de *Hyptis suaveolens* apresentam organização dorsiventral (Figura 2) e os estômatos localizam-se nas duas epidermes (folha anfistomática). Pode ser observado, na Figura 2, que nos cortes das secções transversais das folhas de pleno sol as células apresentam-se mais justapostas,

ao contrário dos níveis de sombreamento, principalmente nas folhas com 80% de sombreamento, apresentando espaços intercelulares maiores.

As células epidérmicas das superfícies adaxial e abaxial não apresentaram diferença pelas condições deste trabalho, mas houve uma tendência de maior espessura na face adaxial do que na face abaxial. Esses resultados em parte estão de acordo com Silva (2000), que caracterizou a anatomia foliar de *Hyptis suaveolens* cultivadas em casa de vegetação. Esse autor verificou que as células epidérmicas da superfície adaxial eram bem maiores do que as células da superfície abaxial. E, ainda segundo o autor, as folhas apresentaram uma camada mais espessa na face adaxial. Segundo Wilkinson (1988), o espessamento da cutícula varia em resposta a condições ambientais.

Com relação ao número de estômatos/mm² e às dimensões polar e equatorial de estômatos (µm) em tecidos epidérmicos de *Hyptis suaveolens*, observa-se que houve efeito dos diferentes níveis de irradiância, com exceção dos diâmetros equatoriais adaxial e abaxial (Tabela 5). O número e o tamanho de estômatos variam de acordo com as condições ambientais e, assim, ajudam a planta a tolerar ou se adaptar a condições ambientais adversas. O maior número e o menor tamanho de estômatos podem estar relacionados a uma maior plasticidade desta espécie ao ambiente, e também para evitar a perda de água, principalmente levando em consideração o diâmetro polar (comprimento). Com base nesses dados observados, *Hyptis suaveolens* mostra uma alta plasticidade de acordo com os ambientes estudados.

Ainda pode ser observado que o número de estômatos na face abaxial é maior que na face adaxial em todos os tratamentos, principalmente em relação a 40% de sombreamento (Tabela 5).

TABELA 5. Médias de números de estômatos/mm² e dimensões polar e equatorial de estômatos (µm) em tecidos epidérmicos de *H. suaveolens* submetido a diferentes níveis de irradiância. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de irradiância	Número de estômatos		Diâmetro polar		Diâmetro equatorial	
	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial
Pleno Sol	223,48 a	576,79 a	24,34 b	22,38 b	17,52 a	16,89 a
40%	176,86 a	505,42 a	23,80 b	23,82 b	16,71 a	18,36 a
80%	105,08 b	194,62 b	27,00 a	25,78 a	17,47 a	17,68 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Voltan et al. (1992), segundo os quais, em cultivares de cafeeiros, o número de estômatos por unidade de área decresce literalmente com a diminuição do nível de luz.

Cohen, Chilcote & Frakes (1982), observaram que o número de estômatos varia entre espécies e essa variação também é observada em folhas da mesma espécie crescendo em diferentes condições ambientais. Vários

trabalhos têm demonstrado a correlação positiva entre a intensidade luminosa e a densidade estomática (Atroch, 1999), essa correlação ficou caracterizada no presente estudo, em que o tratamento a pleno sol foi maior que 80% de sombreamento.

Na Figura 3, observa-se que o número de estômatos na fase abaxial é bem superior à quantidade de estômatos encontrada na fase adaxial da folha de *Hyptis suaveolens*. Observa-se também, à medida que aumenta o nível de sombreamento, que diminui o número de estômatos tanto na face adaxial quanto na abaxial, como também pode ser observado que há um predomínio de sinuosidade nas células, que pode estar relacionado aos fatores ambientais, para evitar a perda de água.

O tamanho e a densidade de estômatos têm sido amplamente estudados e relacionados a muitos fatores ambientais (Klich, 2000). Segundo alguns autores, a frequência estomática não pode ser relacionada apenas com a um fator, e sim com as condições ecológicas em que as plantas se encontram como, por exemplo, a umidade e a alta concentração de poluentes (Musselman & Minnick, 2000), dentre outros.

Pelos resultados verifica-se que os níveis de sombreamento influenciaram nas características estruturais do limbo. As plantas cultivadas a 80% de sombreamento apresentaram parênquima paliçádico com menor espessura do que as plantas cultivadas a 40% de sombreamento e pleno sol (Tabela 4). Geralmente, o desenvolvimento do parênquima paliçádico sob

baixa irradiância resulta em redução do comprimento anticlinal das células. A anatomia foliar é altamente especializada para absorção de luz. As propriedades do mesofilo, especialmente do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme de luz através da folha. Algumas plantas apresentam suficiente plasticidade adaptativa para ambientes ensolarados e sombreados, de modo a otimizar a absorção da radiação fotossinteticamente ativa. O aumento na espessura da folha, especialmente quando da alongação ou adição de células paliçádicas, tem sido associado a uma redução na resistência do mesofilo ao dióxido de carbono (Nobel, 1977), fato que pode levar a uma taxa fotossintética foliar mais elevada a pleno sol, em comparação com as plantas crescidas à sombra (Bjorkman, 1981). Em seção transversal da lâmina foliar de *H. suaveolens*, observa-se ainda variação na espessura da epiderme. Para os diferentes níveis de sombreamento, as epidermes estavam mais espessas nas condições de pleno sol. Este incremento na espessura com o aumento da radiação podem ser úteis para refletir irradiância excessiva.

Gonçalves (2001) descreve que plantas crescidas sob radiação solar plena apresentam células no parênquima paliçádico mais alongadas e justapostas. Castro (2002) relata que além da epiderme, as plantas cultivadas a pleno sol tinham folhas mais espessas que as cultivadas em maior sombreamento. Esses resultados estão de acordo com os encontrados no presente trabalho. Cardoso (2005), estudando os efeitos do sombreamento de *Aloysia gratissima*, encontrou valores da espessura de 154,37, 102,92 e 75,75

para os níveis de sombreamento pleno sol, 40% e 80%, respectivamente, no parênquima paliçádico.

A estrutura foliar pode ser um forte indicador da disponibilidade de luz durante as fases de crescimento das plantas. O aumento dos níveis de luz proporciona aumentos na espessura foliar, massa foliar, epiderme, parênquima e número total de células das folhas (Castro et al., 1998; Lee et al., 2000). Essas modificações ocorrem pela variação das divisões celulares, padrão de expansão celular e conseqüente modificação na espessura foliar (Fails et al., 1982). Vários estudos demonstram também que o incremento na intensidade luminosa aumenta a freqüência estomática por unidade de área foliar (Castro et al., 1998).

De acordo com os dados obtidos neste trabalho, pode-se considerar que as plantas de *Hyptis suaveolens* se adaptam muito bem às condições de sol e sombra, visto a plasticidade adaptativa das folhas às diferentes condições de luminosidade.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A luz influencia o teor e a composição química do óleo essencial foliar de *H. suaveolens*. O teor de óleo foi maior em ambiente com 100% de luminosidade e houve uma predominância de sesquiterpenos em

relação a monoterpenos nas plantas cultivadas nos diferentes ambientes;

- As concentrações de clorofila (mg/g) foram maiores entre os níveis de sombreamento;
- A espécie *Hyptis suaveolens* apresenta plasticidade adaptativa à resposta a diferentes condições de luminosidade.

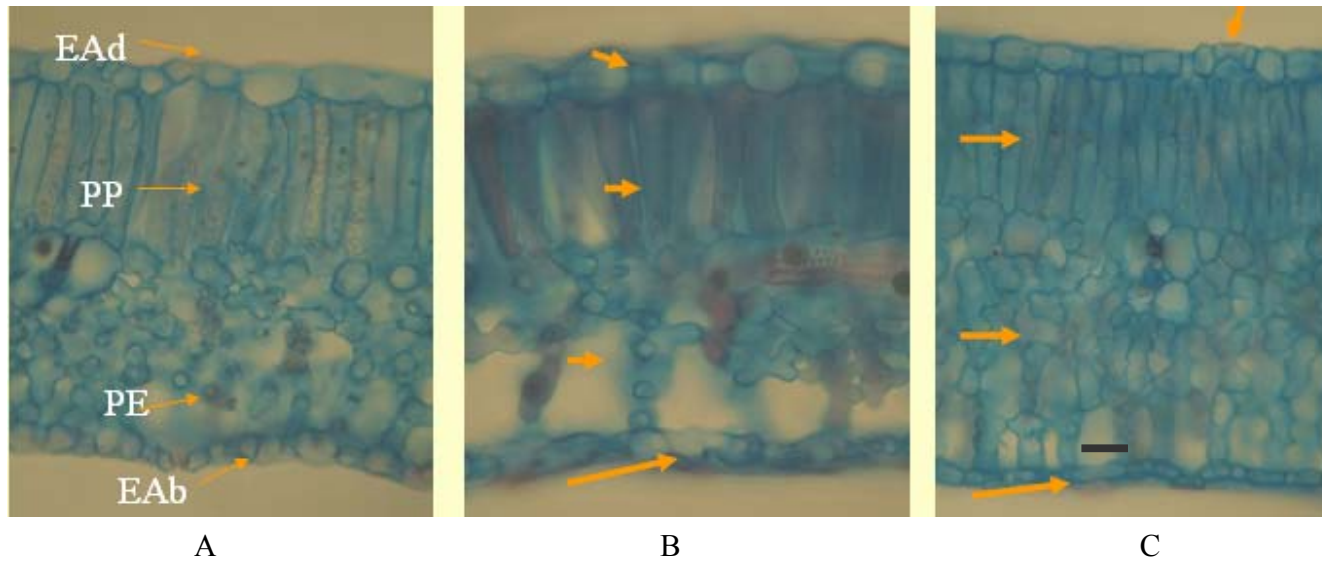


FIGURA 2. Seções transversais da folha de *Hyptis suaveolens* submetida a três níveis de irradiância com objetiva de 40. A - 40% de sombreamento; B- 80% de sombreamento e C- Pleno sol. UFLA, Lavras, MG, 2006.(EAd= Epiderme adaxial; Eab = Epiderme abaxial, PP = Parênquima Paliçadico PE = Parênquima esponjoso).

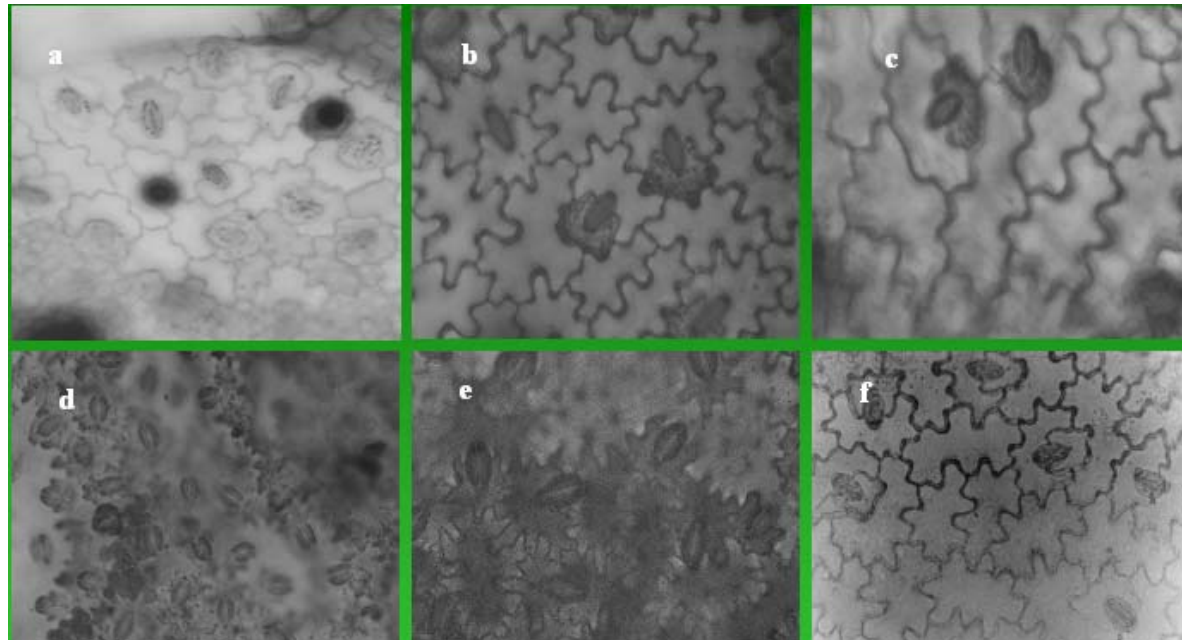


FIGURA 3. Seções paradérmicas da epiderme da face adaxial foliar de *Hyptis suaveolens* submetida a três níveis de irradiância: pleno sol, 40% e 80% de sombreamento. Em que: a - Pleno sol adaxial; b -40% de sombreamento adaxial; c-80% de sombreamento adaxial; d- Pleno sol abaxial; e-40% de sombreamento abaxial; f-80% de sombreamento abaxial. UFLA, Lavras, MG, 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M.; SCORA, R. W.; TING, I. P. Composition of leaf oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal Essential Research**, Carol Stream, v. 6, n. 6, p. 571–575, 1994.

ARAÚJO, E.S. **Estimativa da quantidade de N acumulada pelo sistema radicular da soja e sua importância para o balanço de N do solo**. 2004. 101p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, jan./mar. 1949.

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

AZEVEDO, N. R.; CAMPOS, I. F. P.; FERREIRA, H. D.; PORTES, T. A.; SANTOS, S. C.; SERAPHIM, J. C.; PAULA, J. R.; FERRI, P. H. Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 57, n. 5, p. 733–736, July 2002.

BATISTA, F. L.; SILVA, J. G.; LIMA, C. A. A. F.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R.; CAMPOS, I. F. P.; FERREIRA, H. D.; PORTES, T. A.; SERAPHIM, J. C. Quimiótipo em *Hyptis suaveolens* com base na análise de óleos essenciais. In: SEMINÁRIO CENTRO-OESTE DE PLANTAS MEDICINAIS, 1., 2003, Rio Verde. **Resumos das palestras...** Rio Verde, 2003.

BJORKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE, O.; NOBEL, P. S.; OSMANA, C. B.; ZIEGLER, H. (Ed.). **Physiological plant ecology I. responses to the physical environment**. Encyclopedia of Plant Physiology., New York: Springer-Verlag, 1981. p. 757-760.

BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 355-77, 1977.

BROWN JUNIOR, K. S. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 18, n. 1, p. 291-303, jan./mar. 1988.

CANTORIA, M.; CUEVAS-GACUTAN, V. T. Studies on the physiology of philippine mint. II. Effect of two different light intensities on the vegetative grown and oil yield. **The Philippine Journal of Science**, Manila, v. 103, n. 1, p. 13-20, 1974.

CARDOSO, J. C. W. **Níveis de luz e homeopatia sobre caracteres morfofisiológicos e óleos essenciais e atividade fungitóxica do óleo essencial em *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook.) Tronc.** 2005. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO, E. M. de; GAVILANES, M. L.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, D. M. de; GAVILANES, T. O. T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 8, n. 4, p. 31-35, out./dez. 1998.

CASTRO, E. M. de **Alterações anatômicas, fisiológicas e fitoquímicas em *Mikania glomerata* Sprengel. (Guaco) sob diferentes fotoperíodos e níveis de sombreamento.** 2002. 221 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COHEN, C. I.; CHILCOTE, D. O.; FRAKES, R. V. Leaf anatomy and stomatal characteristic of four tall fescue selections differing in forage yield. **CropScience**, Madison, v. 22, n. 4, p. 704-708, jul./ago. 1982.

CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos Essenciais do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

CROTEAU, R.; JOHNSON, M. A. Biosynthesis of terpenoids in glandular trichomes. In: RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P. L.; MEHTA, I. (Ed.). **Biology and chemistry of plant trichomes**. New York: Plenum Press, 1984. p. 133-186.

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**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

EVANS, J. R. leaf anatomy enables more equal access to light and CO₂ between chloroplasts. **New Phytologist**, Cambridge, v. 143, n. 1, p. 93-104, July 1999.

FAILS, B. S.; LEWIS, A. J.; BARDEN, J. A. Anatomy and morphology of sun and shade-growth *Ficus benjamina*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 5, p. 754-757, Sept. 1982.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, J. F. S.; JANICK J. Floral morphology of *Artemisia annua* with special reference to trichomes. **International Journal of Plant Science**, Chicago, v. 156, n. 6, p. 807-815, Nov. 1995.

FIRMAGE, D. H. Environmental influences on the monoterpene variation in *Hedeoma drummondii*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 9, n. 1 p. 53-58, 1981.

FLORES S. E.; MEDINA J. D. Estudio preliminar de los componentes del aceite de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 21, p. 161, 1970.

GIRARD, E A. **Volume, biomassa e rendimento de óleos essenciais do craveiro (*Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum) em floresta ombrófila mista**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

GONÇALVES, L. A. **Ontegenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae)**. 2001. 95 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOTTLIEB, O. R.; KOKETSU, M.; MAGALHÃES, M. T.; MAIA, J. G. S.; MENDES, P. H.; ROCHA, A. I.; SILVA, M. L.; WILBERG, V. C.; Essential oils of Amazônia. VII. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 11, n. 1, p. 143–148, mar. 1981.

GOTTLIEB, O. R.; SALATINO, A. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 39, n. 8, p. 707-716, ago. 1987.

HAC, L. V.; KHOI, T. T.; DUNG, N. X.; MARDAROWICZ, M.;
LECLERCQ, P. A. A new chemotype of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from
Nghe An Province, Vietnam. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream,
v 8, p. 315–318, 1996.

HALVA, S.; CRAKER, L. E.; SIMON, J. E.; CHARLES, D. J. Light levels,
growth and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.). **Journal of Herbs,
Spices and Medicinals Plants**, Binghamton, v. 1, n. 1, p. 47-58, Mar. 1992.

IWU, M. M.; EZEUGWU, C. O.; OKUNJI, C. O. Antimicrobial activity and
terpenoids of essential oil of *Hyptis suaveolens*. **International Journal of
Crude Drug Research**, Lisse, v. 28, n. 1, p. 73-76, 1990.

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

KLICH, M. G. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to
environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**,
Oxford, v. 44, n. 3, p. 171-183, Dec. 2000.

LABOURIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. C.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.
Transpiração de *Schizolobium parahiba* (Vell.) Toledo: comportamento na
estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. **Anais da
Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 237-257.
1961.

LAVABRE, M. **Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais**. Rio de Janeiro:
Record, 1990. 172 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2004. 531 p.

LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MAHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast asian Hopea (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, Columbus, v 87, n. 4, p. 447-455, Apr. 2000.

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

LI, Y.; CREKER, E. Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 426, p. 419-426, 1996.

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

LINCOLN, D. E.; LANGENHEIM, J. H. Effect of light and temperature on monoterpenoid yield and composition in *Satureja douglasii*. **Biochemical Systematic Ecology**, Oxford, v. 6, n. 1, p. 21-32, 1978.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil** – nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 520 p.

LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S.; MAIA, J. G. S.; DA SILVA, M. L. Essential oils of some Amazonian Labiatae, 1. Genus *Hyptis*. **Journal of National Products**, Cincinnati, v. 47, n. 4, p. 745-747, 1984.

MALLAVARAPU, G. R.; RAMESH, S.; KAUL, P. N.; BHATTACHARYA, A. K.; RAO, B. R. R. The essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 5, n. 3, p. 321–323, May/June 1993.

MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 15, n. 6, p. 438–440, Nov./Dec. 2003.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H. dos; POLO, M; BARBOSA, L. C. de A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) POIT.; sob condições de cultivo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1203-1209, nov./dez. 2006.

MUSSELMAN R. C.; MINNICK T. J. Nocturnal stomatal conductance and ambient air quality standards for ozone - Mechanism and function. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 34, n. 5, p. 719-733, 2000.

NAVES, V. L.; ALVARENGA, A. A. de; OLIVEIRA, L. E. M. de. Comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas à diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 408-414, out./dez. 1994.

NAYAK, U. G.; GUHA, P. C. Essential oil from *Hyptis suaveolens* Poit. **Journal Indian Society**, Calcutta, v. 29, n. 3, p. 183-186, 1952.

NOBEL, P. S. Internal leaf area and cellular CO₂ resistance: photosynthetic implication of variations with grown conditions and plants species. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 40, n. 2, p. 137-144, Feb. 1977.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. San Diego: Academic Press, 1991. 635 p.

OLIVEIRA, M. J.; CAMPOS, I. F. P.; OLIVEIRA, C. B. A.; SANTOS, M. R.; SOUZA, P. S.; SANTOSA, S. C.; SERAFIM, J. C.; FERRI, P. H. Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 275–285, Mar. 2005.

PALEVITCH, D. Recent advances in the cultivation of medicinal. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 208, p. 29-34, 1987.

QUEIROZ, R. B.; STUBBLEBINE, W. H.; SHEPHERD, G. Variação na composição de terpenos dentro e entre populações de *Hyptis suaveolens* (L) Poit (Labiatae) na região de Campinas-SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 75-81, dez. 1990.

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

SALES, J. de F. **Germinação de sementes, crescimento da planta e composição química do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* EPL.; Lamiaceae**. 2006. 80 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SERT, M. A. **Anatomia foliar e teores de clorofila em três variedades de soja (*Glycine max* L.) e dois níveis de radiação solar**. 1992. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

SILVA, E. M. J. **Estudo morfológico e anatômico dos órgãos vegetativos de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC Piperaceae, em diferentes fases de desenvolvimento.** 1992. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, A. F. **Anatomia dos órgãos vegetativos aéreos e análise do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit e *H. glomerata* Mart. EX Schrank (Lamiaceae).** 2000. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, F. G. **Estudos de calogênese e dos efeitos do manejo fitotécnico no crescimento e na produção de óleo essencial em plantas de carqueja (*Baccharia trimera* (Less.) D. C.).** 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 693 p.

VENTELA, 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. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 972-974, 2000. Suplemento.

VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. I.; CARELI, M. L. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 99-105, dez. 1992.

WERKER, E.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E. Estructure of glandular hairs and indentification of the main components of their secreted material in some

species of the Labiatae. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v. 34, n. 1, p. 31-45, 1985.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz da vida das plantas**. São Paulo: EDUSP, 1982. 101 p.

WILKINSON, H. P. The plant surface. In: METCALFE, C. R.; CHAK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. New York, 1988, v. 1, p. 97-165.

ZOBEL, A. M. Localization of phenolic compounds in tannin-secreting cells from *Sambucus racemosa* L. shoots. **Annals of Botany**, London, v. 57, n. 6, p. 801- 810, June 1986.

CAPITULO IV

CRESCIMENTO E TEOR DE NUTRIENTES DE *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA

RESUMO

MAIA, Sandra Sely Silveira. Crescimento e composição química foliar de nutrientes de *Hyptis suaveolens* Poit. em função de adubação orgânica In: _____. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae.** 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo do presente trabalho foi verificar o crescimento e a absorção de nutrientes pelas plantas cultivadas com diferentes fontes e níveis de adubação orgânica. Foram instalados dois ensaios, conduzidos em condições de casa de vegetação no Setor de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura da UFLA. O primeiro experimento utilizou adubação com esterco bovino com 5 doses (0; 3; 6; 9 e 12 Kg/m²) e o segundo, com esterco de aves e 5 doses (0; 1,5; 3; 6 e 9 Kg/m²). Os dois experimentos utilizaram o mesmo delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco plantas por repetição. Os ensaios foram instalados na mesma época e no mesmo local, mas foram analisados separadamente. As características analisadas para os dois ensaios foram altura e diâmetro das plantas, número de ramos, biomassa seca da parte aérea e da raiz e teor de nutrientes. A adubação orgânica influenciou o desenvolvimento das plantas e o teor de nutrientes foliar de plantas de *H. suaveolens*. O maior desenvolvimento da planta ocorreu quando foi utilizada adubação com esterco de aves.

¹ **Comitê orientador:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Orientador),
Dr. Evaristo Mauro de Castro – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. Growth and nutrient content to leave of *Hyptis suaveolens* Poit. in function of organic fertilization In: _____. **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical characteristics and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* Poit., Lamiaceae.** 2006. Thesis (Doctorate in Fitotecnia) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The objective of the present work was to verify the growth and uptake of nutrients for the plants cultivated with different sources and levels of organic fertilization. Two trials were installed in greenhouse conducted of Medicinal Plants of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras. The first experiment was used manuring with cattle manure with 5 rates (0; 3; 6; 9 and 12 Kg/m²), the second, with manure of chicken and 5 rates (0; 1,5; 3; 6 and 9 Kg/m²). The two experiments used the same completely randomized design and with four replicates and five plant each per replicates. The trials were installed in the same time and in the same place, but they were analyzed separately. The characteristics were for the two trials: height and diameter of the plants, number of branches, biomass dry matter of the aerial parts and of the root and content leave nutrients. The organic fertilization influenced in the development of the plants and in the nutrient leaf content of plants of *H. suaveolens*. The Highest development of the plant happened when manuring was used with manure of chicken.

¹ **Guidance committee:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - (Adviser), Dr. Evaristo Mauro de Castro – (Adviser).

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de nutrientes durante o ciclo de vida das plantas é uma das condições a serem obedecidas quando se pretende obter maiores produções. Estes nutrientes podem estar disponíveis em adubos de origem orgânica ou mineral. As diversas variedades de plantas têm necessidades muito diferentes em tipos de solo e nutrientes. O tipo de solo em que a planta foi cultivada, ou nasceu espontaneamente, é também determinante do tipo e quantidade dos metabólitos secundários produzidos (Araújo, 2004).

A prática da adubação orgânica proporciona melhoria da estrutura física do solo, aumenta a retenção de água, diminui perdas por erosão, favorece o controle biológico devido a favorecer a população microbiana e melhora a capacidade tampão do solo; possui, na sua composição, os macro e micronutrientes em quantidades equilibradas, que as plantas absorvem conforme sua necessidade, em quantidade e qualidade (Almeida, 1991).

Segundo Kiehl (1985), os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionam resposta positiva sobre a produção das culturas, chegando a igualar ou até mesmo a superar os efeitos dos fertilizantes químicos. Entretanto, a eficiência dos adubos orgânicos depende de sua composição química, da taxa de mineralização e do teor de nitrogênio, os quais, por sua vez, sofrem influências das condições climáticas. Por outro lado, adubos orgânicos em doses elevadas podem ser prejudiciais para algumas culturas.

A espécie *Hyptis suaveolens* L. Poit – (Lamiaceae) uma espécie aromática, caracterizada como um subarbusto anual, com altura de 0,50 a 1,90m, que pode chegar a 3 m, e possui folhas opostas e muito aromáticas. É comum em locais que foram submetidos à ação antrópica, como em terrenos baldios, beira de estrada, pastagens e culturas anuais e perenes. É uma planta distribuída em todo o território brasileiro e é empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente no Nordeste. É usado para aliviar cólicas menstruais, problemas digestivos, gripes, febres e cefaléias, e também no tratamento de gota e nos tratamentos de odontalgias (Lorenzi & Mattos, 2002). Na literatura há vários trabalhos em relação a suas propriedades químicas e farmacológicas [antifúngica (Cardoso et al, 2005; Malele et al., 2003; Pandey et al., 1982; Singh et al. 1992; Zollo et al., 1998) e antibacteriana (Asekun et al., 1999; Iwu et al., 1990)]. Apesar de sua importância como planta medicinal, a espécie carece ainda de estudos relacionados ao seu comportamento fitotécnico.

Assim, diante dessa falta de informações, o objetivo desse trabalho foi verificar o crescimento e absorção de nutrientes pelas plantas cultivadas com diferentes fontes e níveis de adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local, material vegetal e condições de cultivo

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras (MG), Brasil.

O material vegetal utilizado foram plantas propagadas por sementes, as quais foram coletadas no município de Mossoró, RN. A exsicata está depositada no herbário da Universidade Federal de Lavras, sob o código ESAL 20475.

O experimento foi implantado em vasos com capacidade de 10 L, uma planta por vaso, mantidos em casa de vegetação no período de outubro de 2004 a fevereiro de 2005. O solo utilizado como substrato foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade, de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distroférico (LVAd), do município de Lavras, MG. A análise química do solo se encontra no Quadro 1. O solo foi peneirado e foram adicionados 5 doses de esterco de curral (0, 3, 6, 9 e 12 Kg/m² e de aves (0; 1,5; 3; 6 e 9 Kg/m²). O controle (testemunha) foi constituído apenas de solo. A irrigação foi diária, com regadores.

Aos 90 dias após a emergência foram avaliados a altura, o diâmetro, o número de ramos secundários na haste principal, a massa seca (ramos, folhas e raízes) e total e a composição química foliar. A determinação da altura das

plantas foi realizada com o uso de fita métrica, o diâmetro foi medido com paquímetro e o número de ramos na haste principal foi determinado por simples contagem manual, considerando aqueles maiores que 5 cm. A massa seca dos ramos, folhas e raízes foi seca com auxílio de um desumidificador até atingir o peso constante. Para a extração do teor de macro e micronutrientes nas folhas foram retirados 30 gramas de massa seca foliar de cada repetição, em cada dose dos esterco de aves e bovino. As análises foram feitas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, realizadas segundo metodologia da EMBRAPA (1999).

Foram instalados dois experimentos na mesma época e mesmo local. O experimento 1, testando esterco de curral, com 5 doses (0, 3, 6, 9 e 12 Kg/m² de curral) e quatro repetições. O experimento 2, testando esterco de aves com 5 doses (0, 1,5, 3, 6 e 9 Kg/m²) e quatro repetições, sendo 5 plantas por cada repetição, 1 planta por vaso, totalizando 100 vasos cada ensaio. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e aos teste de médias com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). Para as fontes de esterco foram comparadas as médias dos tratamentos através do teste de médias (($P < 0,05$ e $P < 0,01$), e para as doses, através da análise de regressão.

TABELA 1. Caracterização química das amostras do solo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Característica	Solo
pH em água (1:2,5)	7,3
P Mehlich 1 (mg.dm ⁻³)	3,0
K Mehlich 1 (mg.dm ⁻³)	55,0
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	7,0
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,4
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0,0
H ⁺ Al (cmol _c .dm ⁻³)	1,1
Prem. Mg/L	7,0
Matéria orgânica (%)	3,1

Análises químicas pelo Laboratório de Análise Química e Física do Solo, DCS, UFLA.

TABELA 2- Análises químicas dos substratos utilizados no experimento*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Substratos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g/Kg-----					-----mg/Kg-----				
E. de aves	28,3	13,68	8,21	66,27	7,58	4,09	67,19	56,13	21,85	22,63
E. bovino	16,47	2,25	9,68	8,38	3,84	2,32	20,62	78,68	18,67	4,19

*De acordo com Maia et al., 2004; ** Análises químicas pelo Laboratório de Análise Química e Física do Solo, DCS, UFLA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que a adubação orgânica influenciou o crescimento de plantas de *Hyptis suaveolens*. De acordo com análise estatística dos dados de cada experimento analisado separadamente, verificou-se que o esterco de aves foi melhor em todas as características avaliadas, exceto para a altura. Isto se deve ao maior teor de nutrientes presente neste adubo orgânico (Tabela 2), que é mais rico em nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, manganês e zinco. Sabe-se, ainda, que o teor de nitrogênio é um fator altamente significativo para a produção vegetal.

TABELA 3. Efeito da fonte de esterco orgânico na altura e diâmetro (DIA) em cm, número de ramos (NR), massa seca foliar (MSF), raízes (MSRA) e ramos (MSR) em g.planta de *Hyptis suaveolens*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte	Altura	DIA	NR	MSF	MSRA	MSR
Esterco bovino	1,24	0,89	11,68	30,08	21,47	35,08
Esterco de aves	1,29	1,02	16,41	48,31	39,48	45,76

Segundo Kiehl (1985), os esterco de aves são mais ricos em nutrientes porque, geralmente, provêm de aves criadas, na maior parte das vezes, com

rações concentradas; na prática, costuma-se dizer que o esterco de aves vale o dobro dos esterco de outros animais devido à concentração de nutrientes.

Portanto, com a incorporação do esterco de aves ao solo, a planta de *Hyptis suaveolens* extraiu mais nutriente do que as plantas cultivadas em esterco de curral. Conseqüentemente, houve um maior ganho de produção para todas as variáveis analisadas em comparação com o esterco de curral.

A menor produção resultante da aplicação de esterco de curral em relação ao esterco de aves também foi encontrada por Maia et al. (2004), trabalhando com *Hyptis suaveolens*, com fontes de adubos (esterco de aves, vermicomposto, composto orgânico, esterco bovino, adubação mineral). Os autores concluíram que a adubação orgânica por meio do esterco de aves promoveu os maiores incrementos no desenvolvimento de plantas desta espécie, e que o pior desenvolvimento foi observado no esterco bovino.

Analisando as doses de esterco de aves e curral, verifica-se que as doses influenciaram em todas as variáveis de crescimento (Figuras 1 e 2), exceto altura das planta. Não houve ajuste de equação para a característica altura de plantas. As dosagens para cada fonte de esterco foram obtidas de equações de regressão e ajustadas aos modelos linear e quadrático.

As dosagens crescentes de esterco de curral proporcionaram um acréscimo linear das características diâmetro do caule, número de ramos e biomassa total, não se alcançando a máxima produção. Este resultado certamente se deve à baixa fertilidade desta fonte (Tabela 1), levando à

necessidade de altas doses de adubos para atingir a máxima produção, diferentemente do observado para o esterco de aves, para o qual os resultados tiveram um ajuste quadrático e linear (Figuras 2 e 3).

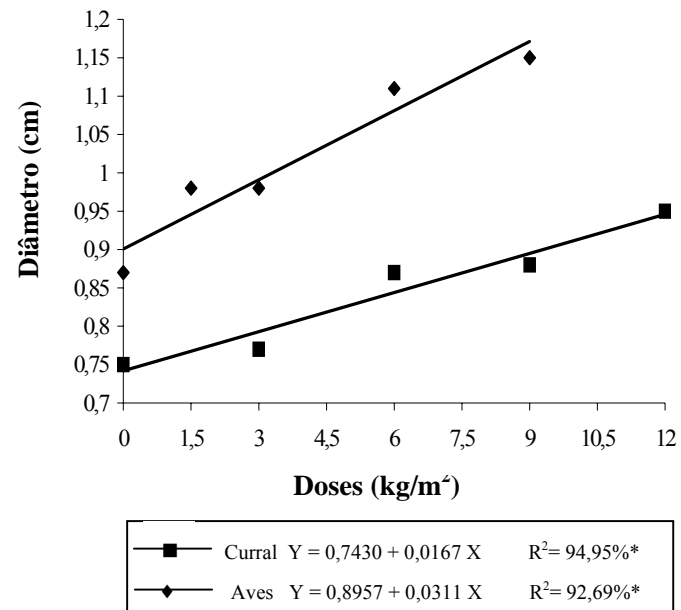
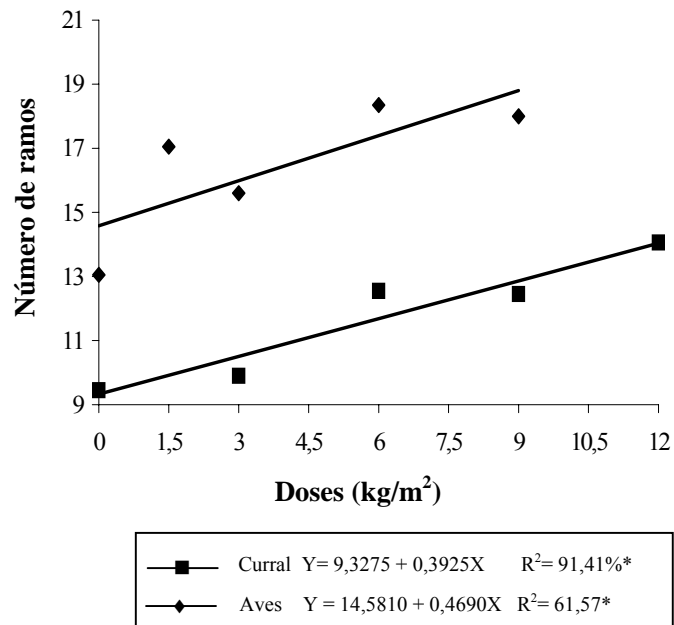
Observa-se que à medida que aumentou a quantidade de doses, tanto de esterco de aves quanto de bovinos ao solo, aumentou linearmente o número de ramos e o diâmetro nas plantas de *Hyptis suaveolens* (Figura 1). O aumento linear do diâmetro com as doses crescentes para as fontes de esterco é o resultado de uma estreita relação observada com o acúmulo de biomassa da parte aérea (Figura 2).

Já para as características de biomassa seca particionada e total, verifica-se que houve um comportamento diferente entre as doses e fontes de esterco (Figura 2 e 3). Para a produção de biomassa seca particionada (folhas, ramos e raízes) e total entre as doses de esterco de curral, observou-se que a dose máxima de 12 Kg/m² obteve um incremento sem alcançar o máximo de produção de 36,89g, 25,54g, 39,61g e 102g, respectivamente. No entanto, a produção de massa seca da parte aérea de plantas de *Hyptis suaveolens* cultivadas nas doses de esterco de aves sofreu um ajuste quadrático, alcançando produção máxima com a dose máxima de 9 Kg/m² de 63,48 g, 52,2g para folhas e ramos; e 6 Kg/m² para a massa seca de raízes de 49,12 Kg/m². Como pode ser visto, nas doses de esterco de aves houve maior produção de massa seca de folhas que na produção de matéria seca de ramos e raízes.

Pode-se observar, ainda, que as plantas cultivadas na dose máxima aplicada de esterco de aves de 9 Kg/m² tiveram produção máxima de biomassa seca total de 161 gramas (Figura 3). Esse aumento na massa seca total da planta é atribuído, principalmente, ao acréscimo que ocorreu na massa seca foliar.

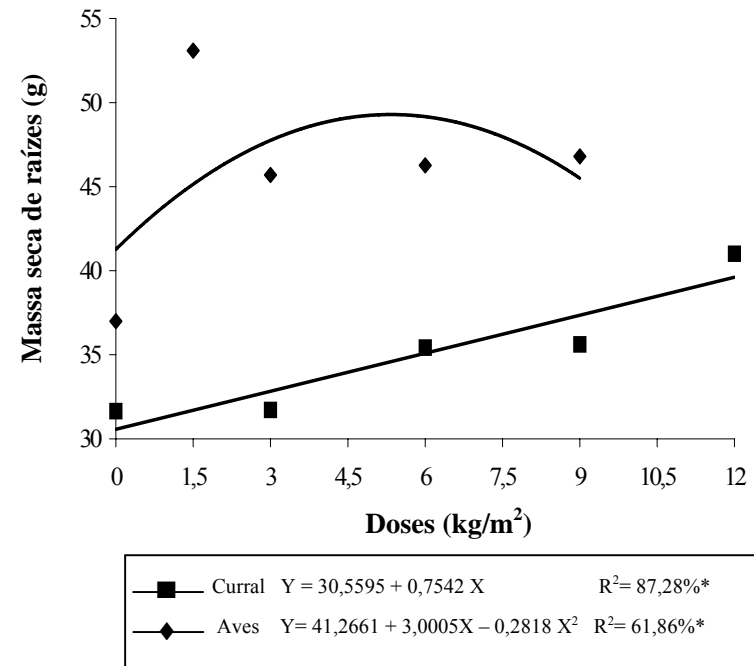
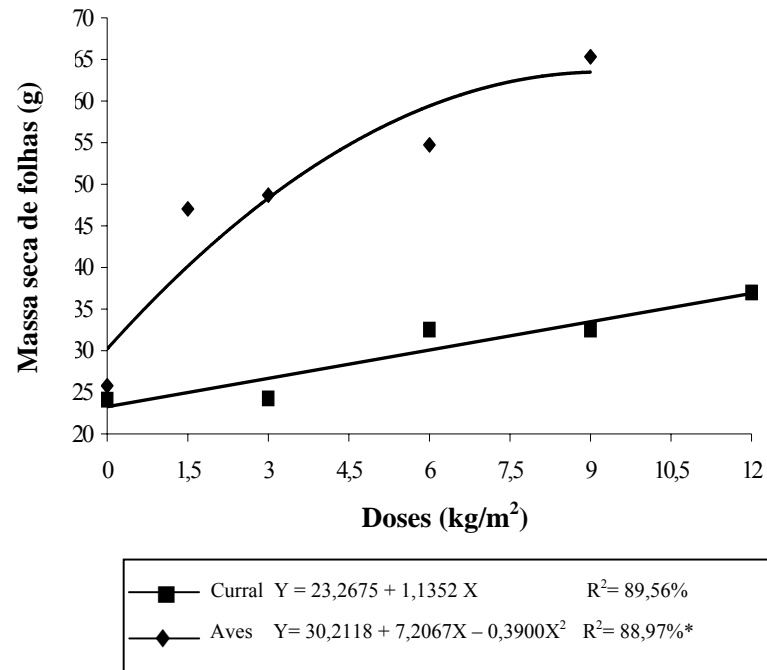
Pelos resultados obtidos dos níveis de adubação com esterco de curral, os valores indicaram que à medida que aumentou a dose, ocorreu aumento linear no crescimento e desenvolvimento das plantas de *Hyptis suaveolens*, e pode-se inferir que se fossem aplicadas doses ainda maiores, as plantas continuariam a crescer. Esses dados corroboram os de Sena et al. (2003), que aplicaram esterco de bovino (0, 3, 6, 9 e 12 Kg/m²) no cultivo de *Agerantum conyzoides* L. (mentrasto) e verificaram que o aumento da dose implicou em aumento linear da produção na biomassa seca.

Pela análise dos dados obtidos verifica-se que os diferentes níveis de adubação orgânica empregados influenciaram o diâmetro do caule, o número de ramos e o acúmulo de massa seca particionada e total de plantas de *Hyptis suaveolens*. Esse efeito positivo da matéria orgânica no crescimento de plantas tem sido relacionado ao aumento na absorção de nutrientes, sendo relatado, na literatura, efeito no crescimento tanto das raízes quanto da parte aérea (Silva, 1997).



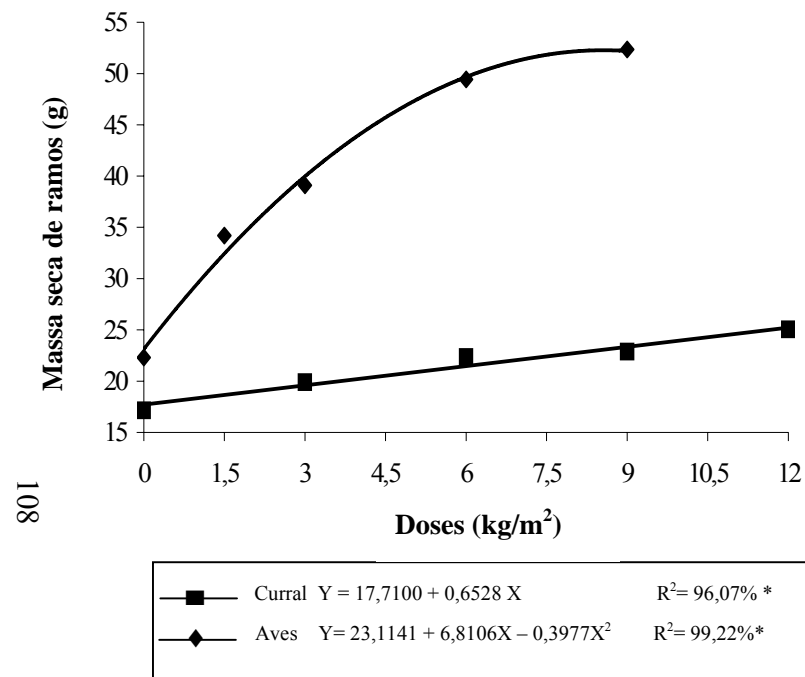
* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

FIGURA 1: Número de ramos e diâmetro de plantas de *Hyptis suaveolens* cultivadas sob diferentes níveis de adubação com esterco de aves e bovino. UFLA, Lavras, MG. 2006.



* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

FIGURA 2. Massa seca de folhas e raízes de plantas de *Hyptis suaveolens* cultivadas sob diferentes níveis de adubação com esterco de aves e bovino. UFLA, Lavras, MG, 2006.



* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

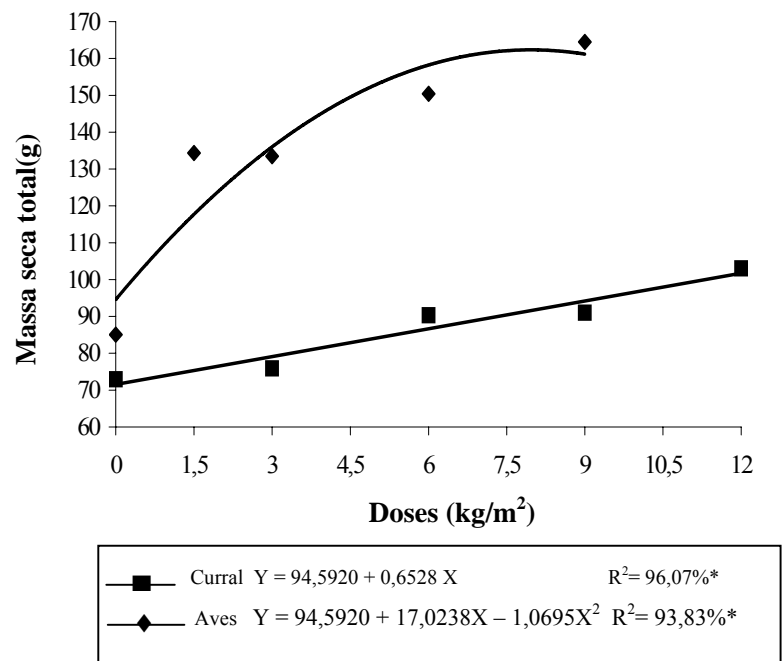


FIGURA 3. Massa seca de ramos e total de plantas de *Hyptis suaveolens* cultivadas sob diferentes níveis de adubação com esterco de aves e bovino. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Teor e composição química foliar

Os teores foliares dos macronutrientes (P, K, S, Ca e Mg) estudados, com exceção de fósforo e cálcio, não foram influenciados pela adubação orgânica (Tabela 4). Avaliando os teores de P na folha, verificou-se a maior quantidade deste elemento na planta quando adubada com esterco de aves. Em relação ao cálcio, o teor encontrado na planta foi menor quando utilizado o esterco de aves. Este resultado pode estar relacionado ao efeito de diluição causado pelo fósforo, ou seja, a planta se desenvolveu mais com a absorção do fósforo (Tabela 3) proporcionado pelo esterco de aves e, conseqüentemente, sua massa foliar foi maior e o cálcio foi diluído no interior da planta (Tabela 4), levando, desta forma, a menores teores de cálcio na folha de *Hyptis suaveolens* quando adubado com esterco de aves, embora na análise química do esterco de aves a quantidade de cálcio seja bem superior à do esterco de curral (Tabela 2).

TABELA 4. Teor foliar médio de macronutrientes em *Hyptis suaveolens* adubado com esterco de bovino e aves em g kg⁻¹. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte	P	K	S	Ca	Mg
Est. de bovino	1,05	84,39	5,43	22,28	31,07
Est. de aves	1,44	84,87	5,57	19,42	34,15

Ainda pode-se observar que o nível médio de fósforo nas folhas de *Hyptis suaveolens* foi de 1,44 g.Kg⁻¹, proporcionado pelo esterco de aves (Tabela 2). Já no esterco de bovino este valor foi de 1,05 g.Kg⁻¹. Maia (1998) encontrou valor semelhante de fósforo em menta cultivada em solução nutritiva (1,40 g.Kg⁻¹ de P), comparado com o teor foliar de P resultante da aplicação do esterco de aves no presente trabalho e um pouco inferior ao encontrado por Pocá (2005), de 1,74 g/Kg em carqueja cultivada com esterco de ovino.

Quanto ao teor de micronutrientes, não houve influência da adubação para ferro e zinco e houve influência para cobre e manganês (Tabela 5).

TABELA 5. Teor foliar médio de micronutrientes em *Hyptis suaveolens* adubado com esterco de bovino e aves em mg/Kg⁻¹. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte	Cu	Fe	Mn	Zn
Esterco de bovino	4,77	58,15	24,40	14,59
Esterco de aves	5,38	60,21	20,63	15,03

O teor absorvido de cobre nas folhas foi de 5,38 mg.Kg⁻¹ proporcionado pelo esterco de aves. Já no esterco de curral, este valor foi de 4,77 mg.Kg⁻¹. Para o teor de manganês absorvido pela planta ocorreu o contrário, ou seja, o maior valor foi proporcionado pelo esterco de bovino (24,40 mg. Kg⁻¹), embora na análise química feita no esterco de aves esse valor tenha sido maior em relação ao esterco de curral (Tabela 2). Neste caso, provavelmente ocorreu maior eficiência nutricional da planta em relação à disponibilidade dos micronutrientes proporcionadas pelos adubos utilizados. Segundo Fageria (1998), a eficiência nutricional depende de vários fatores, tais como clima, solo (propriedades físicas, químicas e biológicas), planta (depende da espécie) e suas interações e matéria orgânica, dentre outros que afetam a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas.

Cabe também salientar outro aspecto, possivelmente relacionado à absorção dos micronutrientes, que são as condições de ambiente radicular impostas pelo próprio experimento. Neste caso, duas considerações são pertinentes. A primeira trata do reduzido volume de solo e uma intensa exploração pelas raízes num ambiente fechado (sem lixiviação de elementos

químicos ou percolação), para o qual se espera uma maior extração de micronutrientes relativamente a um ambiente de campo. A segunda diz respeito à própria planta teste utilizada; as plantas têm capacidade de extrair micronutrientes do solo por mecanismos próprios e distintos, como as leguminosas, que possuem como características uma maior relação de absorção cátions:ânions e uma maior CTC radicular, o que favorece a absorção de NH_4^+ , conseqüentemente promovendo uma maior acidificação do meio na região da rizosfera (Barber, 1995). Esta condição de redução do pH favorece a dessorção dos micronutrientes (Pierangeli et al., 2005) naturalmente presentes no solo e uma maior solubilização de minerais adicionados juntamente com os adubos minerais ou orgânicos, aumentando a disponibilização dos nutrientes.

Desta forma, é importante mencionar que os teores de micronutrientes encontrados em *H. suaveolens* podem estar relacionados à sua eficiência nutricional. Deve-se mencionar a rusticidade desta espécie, que é comum em locais que foram submetidos à ação antrópica, como terrenos baldios, beira de estrada, pastagens, culturas anuais e perenes, como também a característica de ser uma planta distribuída em todo o território brasileiro.

Com relação à absorção foliar de nutrientes por *H. suaveolens*, proporcionada pelas dosagens crescentes para cada fonte de esterco utilizada, foram também obtidas equações de regressão ajustadas aos modelos linear e quadrático (Tabela 6 e Figura 4). O acúmulo de nutrientes linear ou quadrático em *H. suaveolens* está relacionado com fatores que controlam a eficiência de aquisição, transporte e utilização dos nutrientes pelas plantas, tais como a

morfologia do sistema radicular. Também, plantas com raízes que possuem pêlos radiculares bem desenvolvidos e/ou infectadas por fungos micorrízicos são as mais eficientes em reduzir a concentração de fósforo na solução do solo, o que aumenta a solubilização de outros nutrientes no solo (Khasawneh & Doll, 1978).

Observou-se resposta quadrática para a acumulação de P e K nas folhas de *H. suaveolens* quando foram utilizadas doses do esterco de aves. Nas doses de esterco de curral a resposta foi linear para fósforo e quadrática para potássio. O teor máximo de fósforo de 1,65 g/Kg em *H. suaveolens* foi observado na dose 6 Kg/m² de esterco de aves. Pode-se mencionar que estes valores que a planta absorveu foram proporcionados pela fonte, pois, de acordo com o Quadro 1, o teor de fósforo encontrado no solo era muito baixo. A dose máxima para o potássio também ocorreu na dose de 6 Kg/m², com acúmulo máximo de 84,40 g. Kg⁻¹ na matéria seca foliar de *Hyptis suaveolens*.

Em relação ao potássio, os teores foliares em *H. suaveolens* (Tabela 7) foram bem maiores do que os encontrados na literatura para algumas plantas medicinais. Esses resultados provavelmente foram devidos ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas relatados anteriormente, pois, segundo Van Raij et al. (1997), a maior absorção de potássio pelas plantas ocorre na fase de crescimento vegetativo, sendo um ativador enzimático envolvido no teor de água da planta, o qual influencia a abertura e o fechamento dos estômatos, a translocação de açúcares e a regulação osmótica (Malavolta, 2006). Os teores de potássio nas folhas encontrados neste trabalho foram superiores quando

comparados com os de carqueja (25,63 g.Kg⁻¹) (Pocá, 2005), folhas de mastruço (*Chenopodium ambrosioides*) (39,6 g.Kg⁻¹) (Almeida et al., 2002) e erva-mate (10g.Kg⁻¹) (Fossati, 1997).

Dentro do contexto em que a planta foi estudada neste trabalho, verifica-se que esta é bastante eficiente na aquisição de fósforo das fontes de adubos orgânicos usados. É importante ressaltar que o fósforo tem grande influência no desenvolvimento das plantas medicinais em geral. O fósforo é um componente estrutural essencial dos fosfolipídios presentes em todas as membranas, do DNA e do RNA, além de estar envolvido na conservação e transferência de energia nas células (substâncias como ATP, ADP, PPi, GTP e fosfocreatina podem ser hidrolisadas, liberando grandes quantidades de energia, e se tornam, então, disponíveis para a atividade metabólica da planta). O Fósforo também desempenha funções importantes no metabolismo do carbono via participação na formação de poder redutor (NADPH) usado na redução do CO₂, formação de açúcares fosfatados e, em adição, afeta significativamente a exportação de açúcares dos cloroplastos, aumentando a razão amido/sacarose quando ele está em deficiência.

Embora os mecanismos envolvidos não estejam ainda totalmente explicados, sabe-se que a dinâmica das frações fosfatadas na planta está relacionada com a atividade de fosfatases, enzimas responsáveis pela desfosforilação de moléculas orgânicas (Ramos et al. 2005). À medida que diminui o suprimento de fósforo para as plantas, ocorre um aumento da atividade dessas enzimas (Bielecki & Ferguson, 1983).

Com relação aos nutrientes cálcio, enxofre, magnésio e cobre, não foram ajustados modelos de equação de regressões devido, possivelmente, aos baixos teores destes nutrientes encontrados no esterco de curral (Tabelas 4 e 6). Contrariamente, o esterco de aves proporcionou ajuste de equações de regressão tanto linear quanto quadrática por causa da maior concentração de nutrientes encontrada nesta fonte de adubo orgânico.

Analisando os nutrientes separadamente para cada dose aplicada de esterco de aves, como, por exemplo, na dose aplicada de 9 Kg/m², verificou-se o mais alto teor de cobre (6,29 mg.Kg⁻¹) e de magnésio (46,44 g.Kg⁻¹) na folha. Os teores de ferro absorvidos variaram de 51,67 mg.Kg⁻¹ para menor dose (1,5 Kg/m²) e de 83,97 mg.Kg⁻¹ para a maior dose (9 Kg/m²). Na ausência de adubação, o teor foi de 58,66 mg.Kg⁻¹. Estes resultados, se comparados com os de outras plantas medicinais, são inferiores às plantas de carqueja, com os teores variando de 132,33 a um máximo de 215,60 mg.Kg⁻¹ (Pocá, 2005).

É importante relatar, resumidamente, que pela análise geral dos dados, houve diferenças nos teores de macronutrientes (fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio) e micronutrientes (cobre, ferro e manganês) nas doses crescentes aplicadas de esterco de aves e esterco de curral (Tabelas 7 e 8). A dose de esterco de curral que obteve os maiores teores foi a maior dose aplicada, 12 Kg/m², com exceção de potássio, que foi a dose 9 Kg/m². Em relação às doses aplicadas de esterco de aves houve respostas variadas; por exemplo, para magnésio, cobre, ferro e manganês a dose máxima foi 9 Kg/m²; para potássio, 3 Kg/m²; e para fósforo, 6 Kg/m². Desta forma, pode-se concluir

que o esterco de aves proporcionou um maior ganho de nutrientes para a espécie estudada comparado com o esterco de curral, devido a não ser necessário aplicar doses altas de esterco de aves para proporcionar elevados teores foliares de nutrientes.

TABELA 6. Equações de regressão ajustadas para os teores nutrientes foliares com a aplicação de doses crescentes de esterco. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Nutrientes	Equações	R ²
Esterco de aves		
Enxofre	$Y = 0,0442X^{2*} - 0,5661X + 6,6443$	0,98
Cálcio	$Y = 0,3118X^{2*} - 3,2989X + 24,30$	0,95
Magnésio	$Y = 0,8209X^{2*} - 6,4998X + 38,45$	0,98
Cobre	$Y = 0,1767X^{**} - 4,6951$	0,77
Ferro	$Y = 0,996X^{2*} - 6,1524X + 58,66$	0,99
Manganês	$Y = 0,4176X^{2**} - 3,2764X + 22,70$	0,89
Esterco de bovino		
Enxofre	$Y = 0,0271X^{2**} - 0,4577X + 6,7086$	0,87
Cálcio	$Y = 0,0802X^{2**} - 1,61 + 26,15$	0,99
Magnésio	$Y = 0,1406X^2 - 1,759X + 34,033$	0,71
Cobre	$Y = 0,0256X^{2*} - 0,3717X + 5,616$	0,89

*e** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

TABELA 5. Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de *Hyptis suaveolens* em função de diferentes doses de esterco de aves. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Doses de esterco de aves	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn
0	1,18	84,83	6,64	24,30	38,45	4,70	58,66	22,70
1,5	1,45	82,22	5,89	20,05	30,64	4,96	51,67	18,73
3	1,61	85,27	5,34	17,20	26,33	5,22	49,17	16,63
6	1,65	84,40	4,84	15,73	29,00	5,76	57,60	18,08
9	1,31	82,20	5,13	19,86	46,44	6,29	83,97	27,04

*De acordo com as equações de regressão, tabela 4 e figura 4.

TABELA 6. Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de *Hyptis suaveolens* em função de diferentes doses crescentes de esterco de bovino. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Doses de esterco de bovino	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Mn
0	0,91	82,00	6,71	26,15	34,03	5,62	24,39
3	0,97	84,51	5,58	22,06	30,02	4,73	20,63
6	1,05	85,95	4,94	19,41	28,54	4,31	19,70
9	1,12	86,31	4,78	18,20	29,59	4,34	21,59
12	1,18	85,59	5,12	18,44	33,17	4,84	26,29

*De acordo com as equações de regressão, tabela 4 e figura 4.

TABELA 7. Resumo das análises de variância do teor foliar de macronutrientes e micronutrientes em *Hyptis suaveolens* adubado com doses crescente de esterco de aves. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	QM								
		P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses	4	0,23*	6,47*	2,08**	45,32**	274,19**	2,12*	775,63*	80,23**	13,10 ^{ns}
Residuo	15	0,05	2,41	0,09	6,47	34,61	0,61	243,44	12,61	16,14
Total	19									
C.V. (%)		15,96	1,84	5,51	13,10	17,23	14,49	25,91	17,21	26,73

ns = não significativo; * e ** = significativo a 5% e 1% pelo teste de Scott-knot, respectivamente.

TABELA 8. Resumo das análises de variância do teor foliar de macro e micronutrientes em *Hyptis suaveolens* adubado com doses crescente de esterco de bovino. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	QM								
		P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses	4	0,07*	15,64*	2,76**	65,86**	32,10 ^{ns}	1,25*	339,96 ^{ns}	11,72 ^{ns}	6,41 ^{ns}
Residuo	15	0,019	2,04	0,09	6,69	19,95	0,26	315,65	7,09	12,01
Total	19									
C.V. (%)		13,50	2,06	5,60	11,61	14,38	10,79	30,55	10,92	23,75

ns = não significativo; * e ** = significativo a 5% e 1% pelo teste de Scott-knot, respectivamente.

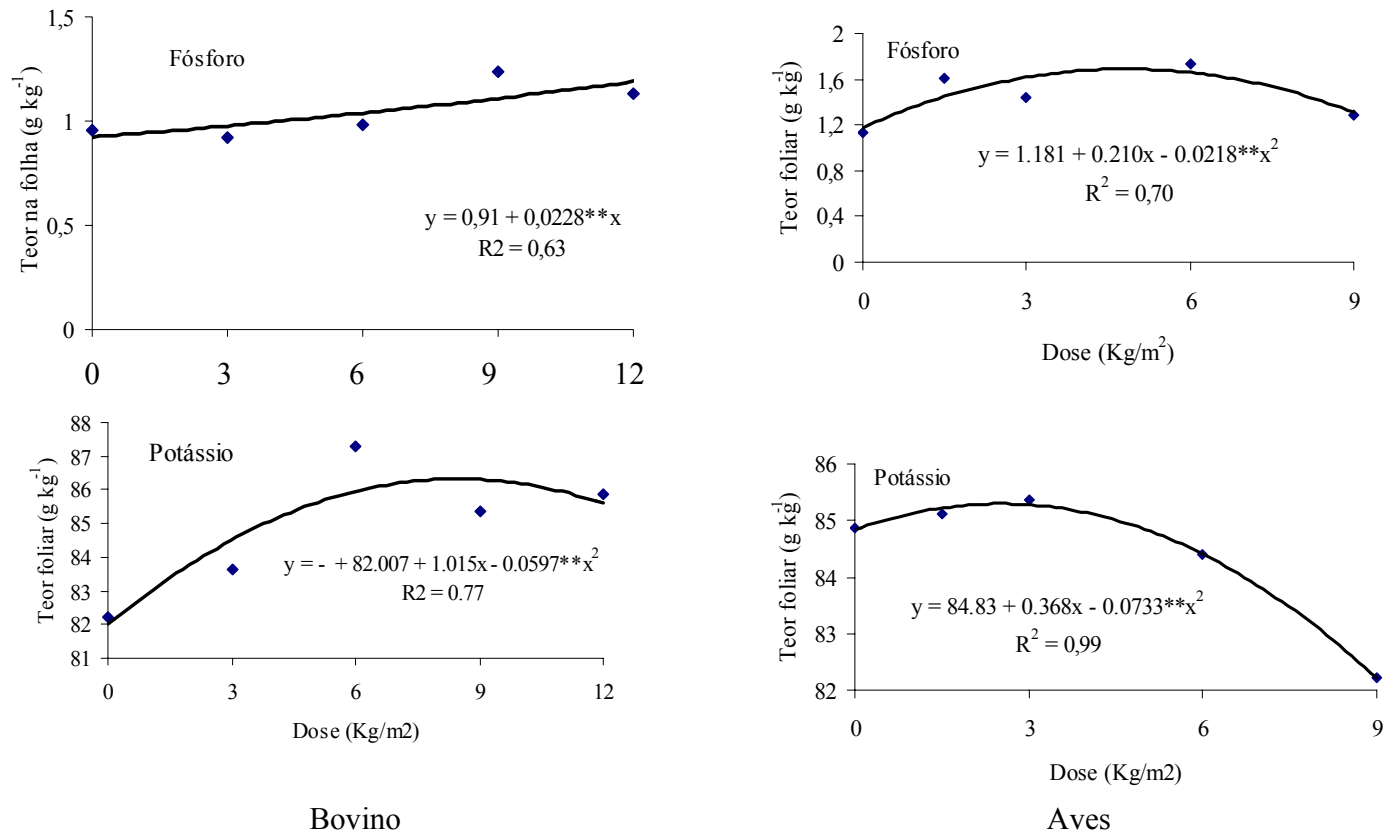


FIGURA 4. Efeito da adubação orgânica com esterco de bovino e de aves no teor de fósforo e potássio em plantas de *Hyptis suaveolens*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

CONCLUSÕES

- O esterco de aves proporcionou um maior incremento no teor foliar de fósforo se comparado com o esterco de curral;
- Os estercos de aves e de bovino não se mostraram boas fontes de micronutrientes para *H. Suaveolens*;
- As maiores doses de esterco de bovino usadas foram as que proporcionaram os maiores acúmulos de nutrientes pela planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. de F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C.; MORAIS, N. M. T. Determination of minerals in medicinal plants. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, jan./apr. 2002.

ALMEIDA, O. L. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo**. 1991. 192 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ARAÚJO, E.S. **Estimativa da quantidade de N acumulada pelo sistema radicular da soja e sua importância para o balanço de N do solo.** 2004. 101p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ASEKUN, O. T.; EKUNDAYO, O.; ADENIVI, B. A. Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 70, n. 3/4, p. 440–442, June 1999.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanism approach.** 2. ed. New York: J. Willey, 1995. 414 p.

BIELESSKI, R. L.; FERGUNSON, J. B. Physiology and metabolism of phosphate and its compounds. In: PIRSON, A.; ZIMMERMANN, M. H. **Encyclopedia of plant physiology: inorganic plant nutrition.** Berlin: Springer Verlag, 1983, v. 15A, p. 422-490.

CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SOUZA P. E. de, CORRÊA, R. M. Avaliação da atividade fungitóxica do óleo essencial de folhas e inflorescência de *Hyptis suaveolens* sobre fitopatógenos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 45-46, 2005. Suplemento (Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005).

FAGERIA, N. F. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FOSSATI, L. C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), em função do sítio e da dioícia.** Curitiba, 1997. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

IWU, M. M.; EZEUGWU, C. O.; OKUNJI, C. O.; SANSON, D. R.; TEMPESTA, M. S. Antimicrobial activity and terpenoids of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **International Journal of Crude Drug Research**, Lisse, v. 28, n. 1, p. 73-76, 1990.

KHASAWNEH, F. E.; DOLL, E. C. The use of phosphate rock for direct application to soils. **Advance Agronomy**, New York, v. 30, p. 159-206, 1978.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil** – nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 520 p.

MAIA, S. S. S.; MARCHI, E. C. S. et al. Efeito da adubação orgânica e mineral sobre o crescimento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, jun. 2004. 1 CD-ROM. Suplemento.

MAIA, N. B. **Nutrição mineral, crescimento e qualidade do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva.** 1994. 69 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MAIA, N. B. Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva. In: MING, L. C. (Coord.).

Plantas medicinais aromáticas e condimentares, avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu-SP: Universidade Paulista, 1998. p. 81-94,

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal Essential of Oil Research**, Carol Stream, v. 15, n. 6, p. 438-440, Nov./Dec. 2003.

PANDEY, D. K.; TRIPATHI, N. N.; TRIPATHI, R. D.; DIXIT, S. N. Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 89, n. 6, p. 344-349, 1982.

PIERANGELI, M. A. P. et al. Efeito do pH na adsorção e dessorção de cádmio em Latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 523-532, jul./ago. 2005.

POCÁ, A. M. P. C. **Biomassa, óleo essencial, perfil fitoquímico e nutrientes da carqueja sob influência de fontes e doses de nitrogênio.** 2005. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

RAMOS, S. J.; FERNANDES, L. A.; MARQUES, C. C. L.; SILVA, D. D.; PALMEIRA, C. M.; MARTINS, E. R. Produção de matéria seca e óleo essencial de menta sob diferentes doses de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 1, p-9-12, 2005.

SENA, M. R.; MENDES, A. D. R.; MARTINS, E. R. Produção de biomassa, teor de flavonóides e óleo essencial em metrasto (*Ageratum conyzoides* L.) em função da adubação orgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS: DIAGNÓSTICOS E PERSPECTIVAS, 2.; 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. p. 42.

SILVA, N. F. **Crescimento, estado nutricional e produção da abóbora híbrida, em função de adubação mineral e orgânica.** 1997. 102 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SINGH, G.; UPADHYAY, R. K.; RAO, G. P. Fungitoxic activity of the volatile oil of *Hyptis suaveolens*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 63, n. 5, p. 462–465, 1992.

ZOLLO-AMVAM, P. H.; BIVITI, L.; TCHOUMBOUGNANG, F.; MENUT, C.; LAMATY, G.; BOUCHET, P. Aromatic plants of tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour Fragrance Journal**, Sussex, v. 13, n. 2, p. 107–114, Mar./Apr. 1998.

CAPITULO V

TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA

RESUMO

MAIA, Sandra Sely Silveira. Teor e composição de óleo essencial de *Hyptis suaveolens* em função da adubação orgânica In: _____. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. Lamiaceae.** 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de esterco bovino e aves e diferentes doses no teor e na composição química de óleo essencial de plantas de *H. suaveolens*. Foi utilizado material seco de folhas de *Hyptis suaveolens* proveniente de dois ensaios em casa de vegetação. O primeiro experimento utilizou adubação com esterco bovino com 5 doses (0; 3; 6; 9 e 12 Kg/m²) e o segundo, com esterco de aves e 5 doses (0; 1,5; 3; 6 e 9 Kg/m²). Os dois experimentos utilizaram o mesmo delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco plantas por repetição. Os ensaios foram instalados na mesma época e no mesmo local, mas foram analisados separadamente. As características avaliadas foram o teor e a composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens*. O teor de óleo foi extraído por técnica de hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado, por duas horas, e a composição do óleo essencial foi determinada por meio da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS). A adubação orgânica influenciou o teor e a composição química de óleo essencial, proporcionando uma maior quantidade de sesquiterpenos do que monoterpenos e tendo como componentes majoritários (E)-Cariofileno, Gama-murelono, Cis-beta-guaieno, Espatulenol e Alfa-cadinol.

¹ **Comitê orientador:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - (Orientador), Dr. Evaristo Mauro de Castro – (Co-orientador).

ABSTRACT

MAIA, Sandra Sely Silveira. Content and composition of the essential oil of the *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. in function of the organic fertilization. In: _____. **Propagation, organic fertilization and radiation levels in the anatomical aspects and in the composition of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Lamiaceae.** 2006. Thesis (Doctorate in Fitotecnia) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.¹

The objective of this work was to determine the influence of manures sources (cattle and chicken) and doses different from manure in the content and in the chemical composition of essential oil of plants of *H. suaveolens*. The dry material of leaves of *Hyptis suaveolens* was two trials in greenhouse. The first experiment was used fertilization with cattle manure with 5 doses (0; 3; 6; 9 and 12 Kg/m²) and the second, with manure of chicken and 5 doses (0; 1,5; 3; 6 and 9 Kg/m²). The two experiments used the same design was completely randomized and with four replicates and five plant for each replicates. The trials were installed in the same time and in the same place, but they were analyzed separately. The evaluated characteristics were the content and chemical composition of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. The essential oil composition was determined by GC-MS analysis. There was influence of the manure sources in the content and composition of essential oil and the majority components were (E)-Caryophyllene, γ -Muurolene, Cis- β -guaieno, Spathulenol and α -Cadinol.

¹**Guidance committee:** PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto - (Adviser), Dr. Evaristo Mauro de Castro – (Adviser).

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento vegetal e, em especial, a produção de óleos essenciais em plantas aromáticas são influenciados por vários fatores ambientais, incluindo condições edáficas. Neste sentido, os macronutrientes N, P e K atuam influenciando vários eventos bioquímicos do metabolismo primário e secundário de plantas (Taiz & Zeiger, 2004).

A disponibilidade de nutrientes durante o ciclo de vida das plantas é uma das condições a serem obedecidas quando se pretende obter maiores produções. Estes nutrientes podem estar disponíveis em adubos de origem orgânica ou mineral. As diversas variedades de plantas têm necessidades muito diferentes em tipos de solo e nutrientes. O tipo de solo em que a planta foi cultivada, ou nasceu espontaneamente, é também determinante do tipo e quantidade dos metabólitos secundários produzidos (Araújo, 2004).

A prática da adubação orgânica proporciona melhoria da estrutura física do solo, aumenta a retenção de água, diminui perdas por erosão, favorece o controle biológico devido a favorecer a população microbiana e melhora a capacidade tampão do solo; possui, na sua composição, os macro e micronutrientes em quantidades equilibradas, que as plantas absorvem conforme sua necessidade, em quantidade e qualidade (Almeida, 1991).

Segundo Sangwan et al. (2001), a aplicação de fertilizantes em plantas aromáticas normalmente afeta a produção de óleos essenciais e, portanto, há

necessidade de se avaliarem as exigências de cada espécie, bem como o manejo adequado da adubação.

Ming (1992), estudando a adubação orgânica em *Lippia alba*, verificou maiores produções de biomassa em níveis crescentes de incorporação de matéria orgânica (esterco de curral) e uma relação inversa quanto aos teores de óleo essencial. O autor discute um papel de defesa dos óleos essenciais em ambiente desfavoráveis, enquanto, em ambientes mais favoráveis, a energia da planta estaria voltada para as atividades de crescimento e desenvolvimento do metabolismo primário.

A espécie *Hyptis suaveolens* L. Poit – (Lamiaceae) é uma espécie nativa do continente americano e é distribuída em todo o território brasileiro. É empregada na medicina caseira em algumas regiões, principalmente no Nordeste. É usado para aliviar cólicas menstruais, problemas digestivos, gripes, febres e cefaléias, e também no tratamento de gota e nos tratamentos de odontalgias (Lorenzi & Mattos, 2002). Há vários trabalhos na literatura em relação a suas propriedades químicas e farmacológicas [antifúngica (Cardoso et al., 2005; Malele et al., 2003; Pandey et al., 1982; Singh et al. 1992; Zollo et al., 1998), antibacteriana (Asekun et al., 1999; Iwu et al., 1990)] e outras. Porém, quanto aos aspectos fitotécnicos ainda carece de informações, principalmente em relação à adubação. Há raros trabalhos na literatura sobre adubação, e um deles é o de Martins et al. (2006) com adubação química em *H. suaveolens* cultivada em casa de vegetação, a qual influenciou o teor de óleo essencial, variando de 0,16 a 0,45%.

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência de doses diferentes de esterco de aves e de bovino no teor e na composição química de óleo essencial de plantas de *H. suaveolens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras.

Obtenção da exsicata do material vegetal e manejo da cultura

A exsicata está depositada no herbário da Universidade Federal de Lavras, sob o código ESAL 20475.

O material vegetal utilizado neste experimento foi proveniente de dois ensaios, os quais foram cultivados sob influência de adubação orgânica. Estes ensaios testaram doses diferentes (aves - 0, 1,5, 3, 6 e 9 Kg/m² e curral - 0, 3, 6, 9 e 12 Kg/m²). As plantas cultivadas nestes experimentos foram propagadas por sementes, cultivadas em casa de vegetação em vasos com capacidade de 10 L, com solo utilizando como substrato um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico do município de Lavras, MG. O solo foi peneirado e a ele foram adicionados esterco. A análise química dos esterco está apresentada no Tabela 1.

O material vegetal (folhas) foi colhido pela manhã, às 8 horas, e em seguida foi colocado em sacos de papel e seco com o auxílio de um desumidificador até atingir o peso constante.

Extração, quantificação e composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens*

Para a extração do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* utilizaram-se 20 g de folhas secas através da técnica de hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado, por duas horas.

Para a purificação do óleo essencial, o hidrolato foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, realizando-se três extrações, utilizando 30 mL de diclorometano em cada. As frações orgânicas foram reunidas e secas com 3g de sulfato de magnésio anidro, deixando-o agir por 4 horas. Em seguida, o sal foi removido por filtração simples e o solvente, evaporado à temperatura ambiente sob capela de exaustão de gases, sendo, posteriormente, determinada sua massa residual.

A composição química foi feita através de amostragem composta reunida das repetições de cada dose e foi feita uma análise descritiva. As análises foram feitas pelo Laboratório do Departamento de Química da Universidade Federal de Goiás. As análises dos componentes do óleo foram realizadas em cromatógrafo gasoso acoplada a um espectrômetro quadrupolar de massas (CG-EM), Shimadzu QP5050A (Kyoto, Japão), nas seguintes condições operacionais:

coluna capilar de sílica fundida, modelo CBP-5 (30 m de comprimento \times 0,25 mm de diâmetro interno \times 0,25 μ m de espessura do filme em 5% de fenilmetilpolisiloxano) (Shimadzu, Japão), com fluxo de 1 ml.min⁻¹ de Hélio como gás de arraste; aquecimento com temperatura programada (60°C com um gradiente de 3°C.min⁻¹ até 240°C e, em seguida, com um gradiente de 10°C.min⁻¹ até 270°C, mantendo-se uma isoterma de 7 min, com um tempo total de corrida de 70 min). A energia de ionização do detector foi de 70 e V, sendo o volume de injeção da amostra de 0,5 μ l diluídas em diclorometano (grau ultra-resíduo, Baker, EUA) e uma razão de injeção de 1:20. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 220 °C e 240 °C, respectivamente. A análise foi conduzida no modo varredura, a uma velocidade de 1,0 varredura.s⁻¹, com um intervalo de massas de 40-400 m/z. A análise quantitativa foi obtida pela integração do cromatograma total de íons (TIC). A identificação dos constituintes foi realizada por comparação, automática e manual, dos espectros de massas com os das bibliotecas NIST/EPA/NHI (1998), por comparação dos espectros de massas e Índices de Retenção (IR) com os da literatura (Adams, 2001) e co-injeção com padrões autênticos. Os Índices de Retenção foram calculados através da co-injeção com uma mistura de hidrocarbonetos, C8–C32 (Sigma, EUA), e com aplicação da equação de Van Den Dool e Kratz (1963).

Delineamento experimental

Os tratamentos constaram de quatro repetições de 20 gramas de folhas provenientes de plantas cultivadas com 5 doses de esterco de curral (0, 3, 6, 9 e 12 Kg/m²) e com 5 doses de esterco de aves (0, 1,5, 3, 6 e 9 Kg/m²).

A análise do teor de óleo essencial foi feita em delineamento inteiramente casualizado ao acaso, com quatro repetições para cada tratamento. Para os dados qualitativos da composição química foram utilizadas análises descritivas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). As doses foram avaliadas por meio de análise de regressão com ajuste de equações.

TABELA 1. Análises químicas dos substratos utilizados no experimento*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Substratos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g/Kg-----					-----mg/Kg-----				
E. de aves	28,3	13,68	8,21	66,27	7,58	4,09	67,19	56,13	21,85	22,63
E. bovino	16,47	2,25	9,68	8,38	3,84	2,32	20,62	78,68	18,67	4,19

*De acordo com Maia et al., 2004; ** Análises químicas pelo Laboratório de Análise Química e Física do Solo, DCS, UFLA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise estatística dos dados de cada experimento analisado separadamente, verificou-se que os teores totais médios de óleo essencial diferiram entre os esterco de aves e bovino (0,15% e 0,16%, respectivamente); porém, em comparação com outros trabalhos com esta espécie, foi superior aos encontrados em plantas cultivadas (casa de vegetação) em Viçosa/MG (0,07% - partes floridas e nas folhas, 0,03%); em plantas espontâneas encontradas em Campina/SP em pleno sol, um teor médio de 0,07% (Queiroz et al., 1990); na Venezuela, 0,04% (Flores & Medina, 1970); em amostras coletadas nas Filipinas e em Java (0,014 e 0,025%, respectivamente). Com teor semelhante aos resultados deste trabalho, Mallavaparu et al. (1993), encontraram um teor de 0,15% na cidade Hyderabad (Índia). Entretanto, em plantas do Nordeste do Brasil, Craveiro et al. (1981) obtiveram um teor alto, de 0,5 %, e em Manaus/AM o teor foi de 0,6% (Gottlieb et al.,1981); Hac et al. (1996), encontraram rendimento de 0,4% em plantas coletadas no Vietnã, e muito alto foi o teor encontrado nas plantas coletadas na Nigéria, de 1,5% (Iwu et al., 1990). Por outro lado, em plantas cultivadas em casa de vegetação sob influência da adubação (NPK) e épocas diferentes de colheita (aos 60 e 135 dias após a sementeira), o rendimento variou de 0,16% a 0,45% (Martins et al., 2006).

Segundo Ming (1992), o componente “adubação” não pode estar dissociado de outros componentes que interferem no desenvolvimento da planta

(e suas partes vegetais) e no rendimento dos óleos essenciais. Esse autor sugere que além do fator adubação, outros fatores podem estar contribuindo para a resposta, tais como a relação com os microorganismos do solo e as rotas biossintéticas da planta, entre outros.

Em relação às doses aplicadas, o teor de óleo essencial foi apresentado com ajuste de equações quadrática e linear. O aumento da concentração de óleo essencial em folhas secas foi observado nas doses 6 kg/m² (0,17%) no esterco de aves.

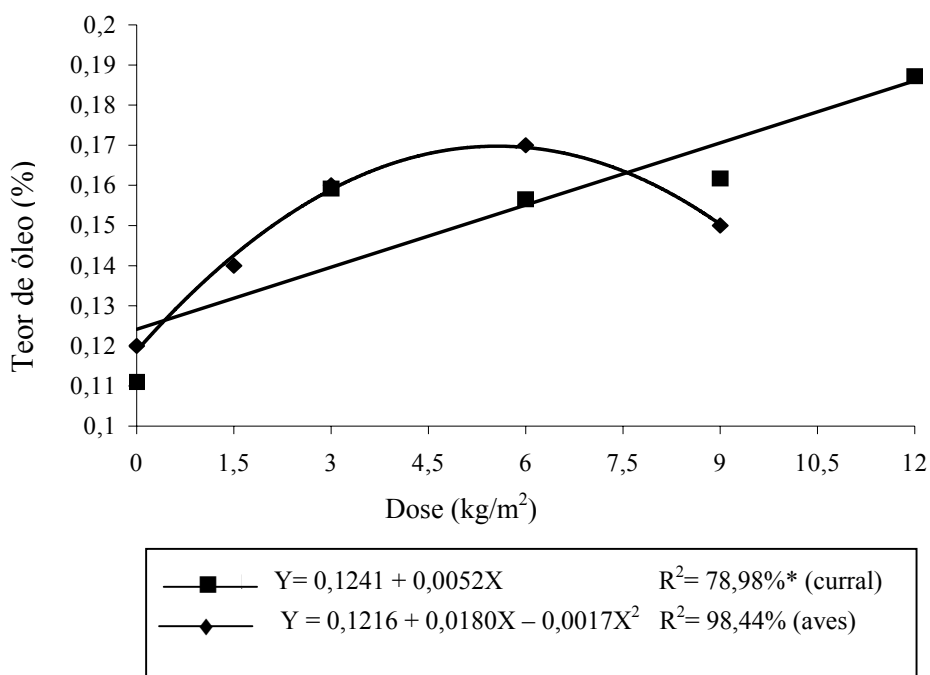


FIGURA 1. Teor de óleo essencial (%) de folhas de *Hyptis suaveolens* cultivadas sob diferentes níveis de adubação de aves e curral. UFLA, Lavras, MG. 2006.

O menor teor médio de óleo essencial ocorreu na ausência de adubação. Com isso, pode-se concluir que, em situação de estresse, no caso nutricional há reduzido teor de óleo (Figura 1). Alguns autores preconizam que, em condições estressantes, há uma maior produção de óleo essencial pelas plantas com deficiência nutricional (Ming, 1998); porém, isso não ocorreu nas condições deste trabalho com *H. suaveolens*.

Já no esterco de curral, o maior percentual foi superior com a aplicação da maior dose, 12 kg/m² (0,19%). O aumento ocorreu de forma linear, ou seja, a aplicação das doses neste trabalho não foi suficiente para determinar o máximo de produção de óleo essencial foliar em *H. suaveolens*; portanto, seria necessária a aplicação de outras doses maiores para atingir o máximo de produção, o que implicaria em aumento do custo de produção e poderia ocasionar excesso de matéria orgânica, prejudicial ao solo (poluição) e à cultura.

Mattos (2000a) estudou a produção de óleo essencial por plantas de *Mentha arvensis* L. (hortelã-japonesa), com doses de 0; 2; 4; 6 e 8 kg/m² de esterco bovino. O autor obteve produções máximas com 6 kg/m² de adubação. Em experimento similar ao de Matos, Cruz (1999) obteve, para *Mentha x villosa* Huds. (hortelã-rasteira), produções máximas com 6 kg/m² de adubação de esterco bovino. Todavia, Silva (2005), verificou que a dose de 9 Kg/m² de esterco bovino apresentou altas produções de matéria seca e teor de óleo essencial em *Aloysia triphilata*. A mesma autora preconiza que é muito importante verificar a qualidade da composição química do esterco, pois, segundo Pinto & Bertolucci, (2002), a aplicação de 3 a 5 kg de esterco bovino/m² é

recomendada para a produção de biomassa de várias espécies medicinais. Todavia, de acordo com a literatura, não há ainda um consenso em relação à resposta do teor de óleo essencial frente ao uso de tipos de adubos, e muito menos de doses, enquanto Ming (1992) e Silva et al. (2001) obtiveram os maiores rendimentos para *Baccharis trimera* e *Lippia alba* na ausência de adubação orgânica. Ming (1992) sugere que uma possível explicação esteja relacionada ao fato de que há um componente ecológico relacionado, não envolvendo apenas a questão nutricional.

O teor de óleo essencial reduziu progressivamente com o aumento das doses de esterco de bovino e adubação mineral em chambá (*Justicia pectoralis* var. *stenophylla*) (Bezerra et al., 2006). Chaves (2002) e Scheffer (1998) não detectaram diferenças no teor de óleo essencial em função da adubação orgânica nas espécies *Achillea millefolium* e *Ocimum gratissimum*, respectivamente. Há ainda outros registros, agora com doses de macro e micronutrientes, segundo os quais Hornok (1983) verificou que o teor de óleo essencial de *Ocimum basilicum* aumentou com quatro níveis de NPK, ou com NPK adicionado ao esterco de aves (Silva et al., 2001). Ou ainda, nos casos que não houve respostas no rendimento, como foi observado por Correa Jr. (1994), com camomila e Santos & Inneco (2004), com erva cidreira brasileira, independentemente do tipo de adubo.

A análise, por cromatografia em fase gasosa, de 9 amostras de óleo extraídas de folhas secas revelou 23 picos, com diferenças quantitativas e qualitativas em termos de constituintes químicos (Tabela 2). Os componentes

encontrados em maiores quantidades nas nove amostras são destacados na Tabela 2.

Como pode ser observado, o maior percentual encontrados é de sesquiterpenos. De forma geral, dos cinco componentes majoritários, o cis-beta-guaieno teve o maior percentual, tanto nas doses quanto para as fontes de esterco (Tabelas 2 e 3). Segundo Croteau & Johnson (1984), os monoterpenos produzidos nas plantas de várias espécies passam por constantes modificações, e isto é uma das causas da grande variação na composição química dos óleos essenciais.

TABELA 1. Componentes do óleo essencial de folhas de *H. suaveolens* cultivadas em dois tipos de esterco com 5 doses. UFLA, Lavras/MG, 2006.

N° Pico	IK	Componente	Esterco de aves (Kg/m ²)				Esterco de bovino (Kg/m ²)				Controle
			1,5	3	6	9	3	6	9	12	
.....(%).....											
Monoterpenos											
1	1028	1,8 Cineol	0,10	0,00	9,46	2,19	0,63	0,10	0,10	0,10	0,00
2	1097	Linalol	0,10	0,10	0,10	0,10	0,65	0,10	0,10	0,00	0,10
3	1163	Delta-terpineol	2,22	2,62	2,91	2,45	3,95	2,37	2,00	1,58	2,32
4	1174	Terpin-4-ol	0,78	0,92	0,77	1,14	1,26	0,91	0,87	0,48	0,79
5	1188	α -Terpineol	3,29	3,90	3,70	3,39	5,26	3,43	2,87	2,32	3,37
Total de monoterpenos			6,49	7,54	16,94	9,27	11,75	6,91	5,94	4,48	6,58
Sesquiterpenos											
6	1374	α -Copaeno	1,55	1,06	1,22	1,78	2,40	1,95	1,75	1,86	1,58
7	1383	β -Bourboneno	1,00	0,81	0,86	0,78	2,76	1,97	1,60	1,28	1,87
8	1391	β -elemeno	0,85	0,10	0,10	0,10	1,54	0,80	0,86	0,96	0,96

... Continua ...

...Continuação...

9	1417	(E)-Cariofileno	5,50	4,01	3,76	7,87	7,39	7,69	9,24	8,47	5,10
10	1451	α -humuleno	0,91	0,73	1,11	1,09	1,92	1,58	1,17	1,14	1,06
11	1479	Gama-muuroleno	20,43	12,18	17,12	20,06	20,11	21,45	20,14	22,71	18,42
12	1495	Cis-beta-guaieno	23,88	16,21	21,56	25,39	23,70	29,02	26,14	30,71	21,99
13	1503	Trans- beta-guaieno	0,66	0,68	0,83	1,30	1,65	0,93	1,60	1,48	1,66
14	1506	Gama-cadineno	0,67	0,92	0,88	0,52	0,56	0,56	0,69	0,59	0,58
15	1521	Delta-cadineno	1,59	1,47	1,27	1,47	1,23	1,39	1,61	1,64	1,46
16	1540	Alfa-cadineno	1,47	1,90	1,66	1,78	1,77	2,08	2,20	1,82	2,20
17	1575	Espatulenol	15,32	24,11	13,15	12,39	12,41	11,04	12,00	8,86	17,73
18	1582	Globulol	2,80	4,63	2,16	2,15	1,86	2,08	2,63	2,07	2,79
19	1589	Viridiflorol	1,88	3,58	1,79	1,39	0,57	0,82	0,57	1,36	1,92
20	1636	1-epi-cubenol	4,12	5,24	4,11	3,61	2,02	2,27	3,55	3,23	3,69
21	1640	Epi-alfa-cadinol	1,28	1,52	0,73	0,73	0,10	0,10	0,82	0,86	0,99
22	1652	Alfa-cadinol	7,95	11,74	9,07	6,46	6,16	6,33	6,29	4,94	7,64
23	1688	Khusinol	1,60	1,57	1,67	1,86	0,10	1,02	1,18	1,52	1,23
Total de Sesquiterpenos			93,46	92,46	83,05	90,73	88,25	92,98	94,04	95,50	92,57

TABELA 3 – Comparação entre as concentrações dos principais componentes do óleo essencial obtido de amostras de plantas cultivada em fontes e doses de adubação orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Componentes	Esterco de aves (Kg/m ²)				Esterco de bovino (Kg/m ²)				Controle
	1,5	3	6	9	3	6	9	12	
(E)-Cariofileno	5,50	4,01	3,76	7,87	7,39	7,69	9,24	8,47	5,10
Gama-muuroleno	20,43	12,18	17,12	20,06	20,11	21,45	20,14	22,71	18,42
Cis-beta-guaieno	23,88	16,21	21,56	25,39	23,70	29,02	26,14	30,71	21,99
Espatulenol	15,32	24,11	13,15	12,39	12,41	11,04	12,00	8,86	17,73
α -cadinol	7,95	11,74	9,07	6,46	6,16	6,33	6,29	4,94	7,64
Total	73,08	68,25	74,12	72,17	69,77	75,53	73,81	75,69	70,88

Os percentuais de monoterpenos no óleo essencial de folhas das plantas cultivadas nas doses esterco de aves foram 6,49%; 7,54%; 16,94% e 9,27% (1,5; 3; 6 e 9 Kg/m²) e, entre os sesquiterpenos, de 93,46%; 92,46%; 83,05% e 90,73%, respectivamente; 1,5; 3; 6 e 9 Kg/m² (Tabela 2). Já para o óleo essencial das plantas cultivadas nas doses esterco bovino, os percentuais foram de 11,75%, 6,91%, 5,94% e 4,48% para monoterpenos e 88,25%, 92,98%, 94,04% e 95,50% para sesquiterpenos (3; 6; 9 e 12Kg/m² respectivamente). No controle, esse percentual foi de 92, 57 % para sesquiterpenos e 6,58 % para monoterpenos. Como pode ser observado ainda, para a produção de monoterpenos no esterco de aves a melhor dose aplicada foi 6 Kg/m², proporcionando um percentual de 16,94%, que contribui principalmente com o 1,8 cineol (9,46%). Já a dose aplicada de esterco bovino que contribuiu com um teor maior de monoterpenos foi 3 Kg/m², com 11,75%.

A literatura indica que há uma grande variedade de funções fisiológicas para os sesquiterpenos nas plantas, entre elas atividade reguladora de crescimento e aleloquímica (Dey & Harborne, 1997 e Harborne, 1993). Algumas destas substâncias apresentam atividades biológicas, como o globulol, com propriedade fungistática, e o espatulenol, com propriedades antibacterianas.

Na Tabela 3, entre os constituintes majoritários, as doses aplicadas que influenciaram no maior teor foram 6 Kg/m² no esterco de aves e 12 Kg/m² no esterco de curral. Dentre os constituintes majoritários, o Cis-beta-guaieno teve o maior percentual em todos tratamentos, com exceção da dose aplicada de 3

Kg/m² de esterco de aves, para a qual o maior percentual foi para o espatulenol, com 24,11% (Tabela 3). Entre os constituintes majoritários não houve muita diferença, e ainda se pode observar o maior percentual, de 30,71%, do componente Cis-beta-guaieno na maior dose aplicada, 12 Kg/m² do esterco bovino.

O componente **1,8 cineol**, nas condições deste trabalho, foi muito baixo, com exceção da dosagem aplicada de 6 Kg/m² (9,46%), já que muitos autores colocam essa substância como um dos constituintes majoritários desta espécie (Ahmed et al., 1994; Gottieb et al., 1981; Luz et al., 1984 e outros); contudo, estes trabalhos foram feitos de maneira diferente. Entretanto, Martins et al. (2006), obtiveram teores muito baixos (0,92%). Provavelmente, isto pode ter ocorrido devido a esta substância estar envolvida nas pressões do ambiente; já que este trabalho e o de Martins et al., (2006), foram feitos em casa de vegetação, onde as condições são controladas; ou pode ser quimiotipo diferente.

CONCLUSÕES

- A adubação orgânica influenciou o teor e a composição química de óleo essencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy**. Allured, Illinois, 2001. 456 p.

AHMED, M.; SCORA, R. W.; TING, I. P. Composition of leaf oil of *Hyptis suaveolens* (L). Poit. **Journal of Essential Research**, Carol Stream, v. 6, n. 6, p. 571-575, 1994.

ALMEIDA, O. L. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo**. 1991. 192 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ARAÚJO, E.S. **Estimativa da quantidade de N acumulada pelo sistema radicular da soja e sua importância para o balanço de N do solo**. 2004. 101p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ASEKUN, O. T.; EKUNDAYO, O.; ADENIVI, B. A.; Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 70, n. 3/4, p. 440–442, June 1999.

BEZERRA, A. M. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, F. T. DO ; LEAL, F. R.; CARNEIRO, J. G. DE M. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 124-129, 2006.

CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SOUZA P. E. de, CORRÊA, R. M. Avaliação da atividade fungitóxica do óleo essencial de folhas e inflorescência de *Hyptis suaveolens* sobre fitopatógenos. **Horticultura**

Brasileira, Brasília, v. 18, p. 45-46, 2005. Suplemento (Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005).

CHAVES, F. C. M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte**. 2002. 153 p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.

CORRÊA JÚNIOR, C. **Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] e do seu óleo essencial**. 1994. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos Essenciais do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

CROTEAU, R.; JOHNSON, M. A. Biosynthesis of terpenoids in glandular trichomes. In: RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P. L.; MEHTA, I. (Ed.). **Biology and chemistry of plant trichomes**. New York: Plenum Press, 1984. p. 133-186.

CRUZ, G. F. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.)**. 1999. 35 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. **Plant biochemistry**. San Diego, CA: Academic Press, 1997. 554 p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA

REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FLORES S. E.; MEDINA J. D. Estudio preliminar de los componentes del aceite de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 21, p. 161, 1970.

GOTTLIEB, O. R.; KOKETSU, M.; MAGALHÃES, M. T.; MAIA, J. G. S.; MENDES, P. H.; ROCHA, A. I.; SILVA, M. L.; WILBERG, V. C.; Essential oils of Amazônia. VII. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 11, n. 1, p. 143–148, Mar. 1981.

HAC, L. V.; KHOI, T. T.; DUNG, N. X.; MARDAROWICZ, M.; LECLERCQ, P. A. A new chemotype of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Nghe[^] An Province, Vietnam. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v 8, p. 315–318, 1996.

HARBONE, J. B. **Ecological biochemistry**. 4. ed. London: Academic, 1993.

HORNOK, L. Influence of nutrition on the yiel and content of active compounds in some essential oil plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 123, p. 239-247, 1983.

IWU, M. M.; EZEUGWU, C. O.; OKUNJI, C. O. Antimicrobial activity and terpenoids of essential oil of *Hyptis suaveolens*. **International Journal of Crude Drug Research**, Lisse, v. 28, n. 1, p. 73-76, 1990.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 228-229.

LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S.; MAIA, J. G. S.; DA SILVA, M. L. Essential oils of some Amazonian Labiatae, 1. Genus *Hyptis*. **Journal Natural Production**, Cincinnati, v. 47, n. 4, p. 745-747, 1984.

MAIA, S. S. S.; MARCHI, E. C. S. et al. Efeito da adubação orgânica e mineral sobre o crescimento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, jun. 2004. 1 CD-ROM. Suplemento.

MALLAVARAPU, G. R.; RAMESH, S.; KAUL, P. N.; BHATTACHARYA, A. K.; RAO, B. R. R. The essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 5, n. 3, p. 321-323, May/June 1993.

MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 15, n. 6, p. 438-440, Nov./Dec. 2003.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H. dos; POLO, M.; BARBOSA, L. C. de A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. sob condições de cultivo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1203-1209, 2006.

MATTOS, S. H. Perspectivas do cultivo de plantas medicinais para a fitoterapia no Estado do Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 45-46, 2000. Suplemento (Trabalho apresentado no 40º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000).

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

MING, L. C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br Verbenaceae.** 1992. 206 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **PC version of the NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database.** Gaithersburg: U.S. Department of Commerce, 1998.

PANDEY, D. K.; TRIPATHI, N. N.; TRIPATHI, R. D.; DIXIT, S. N. Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Journal of Plant Diseases Protection**, Stuttgart, v. 89, n. 6, p. 344–349, 1982.

PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. **Cultivo e processamento de plantas medicinais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 169 p.

SANGWAN, N. S.; FAROOQI, A. H. A.; SHABIH F.; SANGWAN R. S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 34, n. 1, p. 3-21, May 2001.

SANTOS, M. R. A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 182-185, abr./jun. 2004.

SCHEFFER, M. C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. – mil-folhas. In: MING, L. C. (Coord.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica.** Botucatu: UNESP, 1998. v. 1, p. 1-22.

SILVA, P. A.; BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; ALVES, P. B.; SANTOS NETO, A. L.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; AMANCIO, V. F.

Efeito da adubação mineral e orgânica e do horário de colheita em manjeriço doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jun. 2001. 1CD-ROM.

SILVA, R. **Crescimento e teor do óleo essencial de *Aloysia triphylla* (L'Herit) Britton (Verbenaceae), em função da adubação orgânica, sazonalidade, horário de colheita e processamento pós-colheita.** 2005. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SINGH, G.; UPADHYAY, R. K.; RAO, G. P. Fungitoxic activity of the volatile oil of *Hyptis suaveolens*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 63, n. 5, p. 462–465, 1992.

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

VAN DEN DOOL, D. H.; KRATZ, P. D. Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 11, n. 4, p. 463-471, 1963.

ZOLLO-AMVAM, P. H.; BIVITI, L.; TCHOUMBOUGNANG, F.; MENUT, C.; LAMATY, G.; BOUCHET, P. Aromatic plants of tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour Fragrance Journal**, Sussex, v. 13, n. 2, p. 107–114, Mar./Apr. 1998.