

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE FITOMASSA, TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Baccharis dracunculifolia* DC. EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

ROSÂNGELA FERREIRA DOS SANTOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
Setembro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE FITOMASSA, TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Baccharis dracunculifolia* DC. EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

ROSÂNGELA FERREIRA DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Lin Chau Ming

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP
Setembro – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S237p Santos, Rosângela Ferreira dos, 1967-
Produção de fitomassa, teor e composição química do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC. Em função da adubação orgânica / Rosângela Ferreira dos Santos. - Botucatu : [s.n.], 2011
xv, 67 f. : il. color., gráfs., tabs., fots.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Lin Chau Ming
Inclui bibliografia

1. Adubação orgânica. 2. Alecrim do campo.
3. Epatulenol. 4. E-neroldol. 5. Óleos essenciais.
6. Plantas medicinais. I. Ming, Lin Chau. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

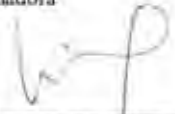
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

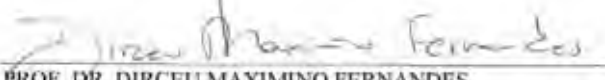
TÍTULO: PRODUÇÃO DE FITOMASSA, TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO
ÓLEO ESSENCIAL DE Baccharis dracunculifolia DC. EM FUNÇÃO
DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA

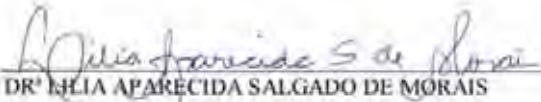
ALUNA: ROSÂNGELA FERREIRA DOS SANTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. LIN CHAU MING

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. LIN CHAU MING

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

DR.ª LÍLIA APARECIDA SALGADO DE MORAIS

Data da Realização: 27 de setembro de 2011.

“Tomou, pois, o Senhor Deus ao homem e o colocou no jardim do Éden para o cultivar e o guardar.”

Gênesis 2: 15

“Os renovos deste jardim são como um pomar de romãs, com frutos excelentes: a hena e o nardo; o nardo e o açafrão, o cálamô e o cinamomo, com toda sorte de árvores de incenso, a mirra e o aloés, com todas as principais especiarias. És fonte dos jardins, poço das águas vivas, torrentes que correm do Líbano!”

Cântico dos Cânticos de Salomão 4: 13-15

A Deus.

*Aos meus bisavós maternos (in
memorian), Jorge Elias e Helena Kalil.*

Aos meus pais Rubens e Eva.

Aos meus irmãos Rodolfo e Regina.

Aos meus sobrinhos Mikaella e Rodolfinho.

OFEREÇO

Ao meu Pastor Cícero Brasil Ferraz e família.

Aos amados membros e irmãos da IPVM (Igreja Presbiteriana de Vila Maria – São Paulo).

Aos amados membros e irmãos da IPMS (Igreja Presbiteriana de Monte Sião) e IPI (Igreja Presbiteriana Independente, ambas em Botucatu).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente por ser o Criador de tudo e de todos, por fazer de mim alma vivente, Sua Imagem e Semelhança apesar de todas as minhas imperfeições, limitações, falta de fé e por Sua Graça ser melhor que a vida;

Aos meus bisavós maternos, Jorge Elias e Helena Kalil (*in memorian*) que eram agricultores em Kaukaba, na época pertencente ao Líbano, dos quais com certeza herdei o amor pela terra e pela agricultura;

À minha família, pelo incentivo e amor;

À minha querida professora de Ciências Biológicas, do ensino fundamental, Maria de Fátima, que me proporcionou o primeiro trabalho escolar e estudo com adubação;

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia e à Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP-Botucatu, pela confiança depositada;

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida;

Ao Professor Dr. Lin Chau Ming pela orientação e apoio a mim dispensado;

Ao Professor Dr. Dirceu Maximiniano Fernandes, pelas críticas sempre pertinentes e construtivas;

Ao Professor Dr. Francisco Luiz de Araújo Câmara, pela orientação inicial e pela amizade;

À Profa. Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques, pelos ensinamentos e por permitir o uso do laboratório e de materiais para a execução deste trabalho;

À Dra Lenita Lima Haber, pela ajuda na obtenção dos dados fitoquímicos;

À amiga Mônica Tiho Chisaki Isobe, pela ajuda na obtenção dos dados fitoquímicos;

Aos professores do curso, pelos ensinamentos e oportunidades de crescimento profissional;

À ProPG pela disponibilização dos recursos financeiros.

Aos membros da banca examinadora pelas atentas contribuições valiosas à esta dissertação.

Ao Ezequiel Lopes do Carmo, por todos os questionamentos, por todas as críticas, pela autenticidade, zelo e companheirismo;

Ao meu Pastor Cícero Brasil Ferraz, pelo exemplo de integridade e dedicação aos preceitos divinos;

À minha mãe e sobrinha que oram por mim todos os dias sempre me abençoando;

Às minhas queridas tias: Cenir, Rosely, Lídia, Helena e Marialva, pelo amor e pelas incansáveis orações em meu favor e que sempre me abençoaram;

A todos os meus parentes pelo amor e respeito a mim sempre demonstrado;

Às senhoras da SAF (Sociedade Auxiliadora Feminina) das Igrejas de São Paulo e Botucatu (IPVM, IPMS, IPI), que sempre me abençoam com suas orações em meu favor;

Aos membros da IPVM que sempre oraram por mim e foram canal usado por Deus para meabençoar;

Aos alunos da Graduação em Biologia da UNESP Botucatu e estagiários do Professor Dr. Lin Chau Ming, pelo trabalho na elaboração do composto, pela valiosa ajuda na fase de campo e pela amizade;

A todos os meus amigos do curso de Pós-graduação da Faculdade de Ciências Agrônômicas, que ajudaram na implantação do meu experimento;

Aos funcionários do departamento de Horticultura em especial ao Acir de Paula Leite Filho, Evandro Enilson Gomes (Bea), Roseni Maria Sartori (Rose), Antonio Aparecido de Lima e Amauri Alves, pela atenção, compreensão, amizade e profissionalismo;

Às secretárias da Pós-Graduação pela atenção, compreensão e paciência.

Aos funcionários da biblioteca Denise Melo Nogueira de Assis, Célia Regina Inoue, Janaína Celoto Guerrero, Maria Inês Andrade e Cruz, Ana Lúcia de Grava Kempinas, Nilson de Camargo, Joel di Credito, Luiz Carlos Rodrigues da Paz e Airton Fioravante, pela atenção, compreensão, amizade e profissionalismo;

À Professora Dra Magali Ribeiro da Silva;

Aos funcionários do viveiro da Engenharia Florestal, Claudio Roberto Ribeiro da Silva, João Marques, Antônio de Arruda (Dicão), José Lúcio Martinelli e Francisco Silva dos Santos, pela atenção, compreensão, amizade e profissionalismo;

Aos funcionários da Ciência do Solo, José Carlos De Pieri, Sylvia Regina Garcia, Jair Vieira (Picareta);

Aos funcionários da Fazenda da FCA/UNESP - Botucatu

Aos funcionários da manutenção;

Aos funcionários do transporte;

A todos os alunos do curso de Pós-graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas, em especial Almecina Balbino, Amanda Amaro, Elisa Adriano, Jennifer Búfalo, Humberto Sampaio, Felipe Campaner Palangana, Gabriela Gonçalves, Jaqueline Evangelista Dias, João Paulo Tadeu Dias, Manoel Xavier, Maria Augusta Tremocoldi, Maria Izabela Ferreira, Milena Galhardo Borguini e Taíce Gonçalves de Oliveira;

À Débora Rodrigues Buso e família pelo companheirismo e pelas infinitas avaliações de campo;

À Camila Abrahão, pela amizade e pelo Triaton científico;

À Ana Maria Ramos e esposo pela amizade e pelo amparo quando precisei;

À Fátima, Aurora Chechetto e Jean Mandaloufas Combis (Yannis), pela profunda amizade;

À Izabel de Carvalho (Bel) e seu filho João Lucas pela amizade e amparo quando precisei;

À Marília e família da IPI pela amizade;

À Edma e Carolina da IPI pela amizade

À Roseli e família da IPMS pela amizade;

À minha vizinha Joice e família pela amizade;

À Adelina Flávio e família pela amizade;

À Vera Flávio e Gabriela pela amizade;

À Simone Kátia Slivinik e família pela amizade desde a graduação;

À Edda Silene, colega de turma da graduação, irmã de Simone Slivinik, e família, pela amizade;

Ao Leandro Mees dos Santos e família, pela amizade;

À Selma Castro e família, pela amizade;

À Daniela, Amódio, Renato, Silvia, Douglas e família, Wanderley e família, Sandra e família, Branco e família, Jonas e família, Alonso e família, Alexandre Alves e família, Simone e família, Solange e família, André Cremonezi e família; Andreza e família, Andressa e família, Damocles e família, Rubens, Andréia e família, Priscila e família, Davi e família,

A todos os colegas que contribuíram direta ou indiretamente para o meu crescimento pessoal e profissional, além das amizades conquistadas;

Aos colegas que não foram citados, mas que de alguma forma estarão gravados na memória por toda vida;

A todos que direta e indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos que amam a terra;

Aos que amam a agricultura;

Aos que usam a agricultura para alimentar e curar a todos.

“Nunca se entreguem, nasçam sempre com as manhãs.”

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. Características do gênero <i>Baccharis</i> L.....	9
2.2. <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. (Asteraceae).....	10
2.3. Estruturas secretoras e fitoquímica.....	12
2.4. Adubação orgânica e nutrição em plantas de uso medicinal.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Localização do experimento.....	21
3.2. Material de propagação.....	22
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	24
3.4. Dados meteorológicos durante o cultivo.....	27
3.5. Características biométricas avaliadas na fase de campo.....	27
3.5.1. Altura.....	27
3.5.2. Diâmetro caular.....	27
3.5.3. Diâmetro da copa.....	28
3.6. Características avaliadas ao final do ciclo e pós-colheita.....	28
3.6.1. Fitomassa.....	28
3.6.2. Teor e Caracterização química do óleo essencial.....	28
3.6.3. Produtividade do óleo essencial.....	29
3.6.4. Produtividade dos principais componentes do óleo essencial.....	29
3.7. Análise estatística dos dados.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Características biométricas avaliadas na fase de campo.....	33
4.1.1. Altura.....	33

4.1.2. Diâmetro do caule.....	34
4.1.3 Diâmetro da copa.....	34
4.2. Características avaliadas ao final do ciclo e pós-colheita.....	35
4.2.1 Massa seca da parte aérea útil.....	35
4.2.2. Teor de óleo essencial.....	37
4.2.3. Produtividade do óleo essencial.....	39
4.3. Caracterização química do óleo essencial.....	40
4.4. Produtividade dos principais componentes do óleo essencial.....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
6. CONCLUSÕES.....	52
7. REFERÊNCIAS.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultado da Análise Química do Solo, 2009.....	22
2	Resultado da Análise Química do composto orgânico utilizado na adubação do alecrim-do-campo ¹ , 2010.....	26
3	Temperaturas máximas, mínimas e médias e precipitação pluviométrica durante o período de cultivo.....	27
4	Médias de altura, diâmetro do caule, diâmetro da copa de <i>B. dracunculifolia</i> avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	33
5	Médias de massa seca da parte aérea útil, produtividade em kg ha ⁻¹ e teor (%) do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	37
6	Composição química (% média relativa), do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> avaliada em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	42
7	Médias de produtividade em kg ha ⁻¹ , dos principais componentes, do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	45

LISTA DE FIGURA

Figura		Página
1	Ciclo biossintético dos metabólitos especializados.....	14
2	Inflorescência feminina de <i>B. dracunculifolia</i> DC., Botucatu, SP, 2011.....	23
3	Inflorescências masculinas de <i>B. dracunculifolia</i> DC., Botucatu, SP, 2011.....	23
4	Mudas de <i>B. dracunculifolia</i> DC. produzidas através de sementes, aos 30 dias após a semeadura, Botucatu, SP, dezembro de 2009.....	24
5	Mudas de <i>B. dracunculifolia</i> DC. produzidas por sementes, aos 30 dias após a semeadura, com aproximadamente 2,5 cm de altura, Botucatu, SP, dezembro de 2009.....	24
6	<i>B. dracunculifolia</i> DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 128 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 60 cm de altura, Botucatu, SP, abril de 2010.....	32
7	<i>B. dracunculifolia</i> DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 128 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 60 cm de altura, Botucatu, SP, abril de 2010.....	32

8	<i>B. dracunculifolia</i> DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 120 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 1 metro de altura, Botucatu, SP, junho de 2010.....	32
9	<i>B. dracunculifolia</i> DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 120 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 1 metro de altura, Botucatu, SP, junho de 2010.....	32
10	Altura de plantas de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	33
11	Diâmetro do caule de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	34
12	Diâmetro da copa de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	35
13	Massa seca útil, da parte aérea, em kg ha ⁻¹ de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	36
14	Teor de óleo essencial de folha de <i>B. dracunculifolia</i> avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	38

15	Produtividade de óleo essencial de folhas em kg ha ⁻¹ de <i>B. dracunculifolia</i> avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.....	40
16	Cromatograma de Íons Totais (CG-EM) e composição das substâncias majoritárias, sendo 17: <i>E</i> -nerolidol, 18: espatulenol, presentes no óleo essencial de folhas de <i>B. dracunculifolia</i> avaliada em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	43
17	Produtividade em kg ha ⁻¹ do componente γ -muuroleno, do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	44
18	Produtividade em kg ha ⁻¹ do componente valenceno, do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	46
19	Produtividade em kg ha ⁻¹ do componente δ -cadineno, do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	47
20	Produtividade em kg ha ⁻¹ do componente <i>E</i> -nerolidol, do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha ⁻¹ , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.....	48

- 21 Produtividade em kg ha^{-1} do componente espatulenol, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha^{-1} , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP..... 48
- 22 Produtividade em kg ha^{-1} do componente óxido de cariofinelo, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha^{-1} , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP..... 49

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características de *Baccharis dracunculifolia* DC., em função de doses de adubo orgânico. Foram utilizadas mudas de alecrim-do-campo produzidas por semente, e mantidas sob sombrite 50%, pelo período de 84 dias até serem transplantadas para o campo, no espaçamento de 1,0 x 1,0 m, com irrigação por gotejamento. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, e as doses de composto orgânico, de zero, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, que foram os tratamentos. Foi realizada uma colheita, aos 150 dias após o transplante das mudas. Foi avaliado o crescimento das plantas nos parâmetros: altura, diâmetro do caule e da copa e as variáveis massa seca da parte aérea útil, teor de óleo essencial, produtividade, composição química e a produtividade dos componentes do óleo essencial. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação e analisados em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (Shimadzu, QP-5000). A identificação dos constituintes químicos foi realizada através da análise comparativa dos espectros de massas das substâncias com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist 62.lib), literatura e índice de retenção. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, às médias obtidas foram submetidas à análise de regressão e o teste Tukey, para o efeito das doses de composto

orgânico. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que para os parâmetros altura, diâmetro do caule, diâmetro da copa e fitomassa seca da parte aérea útil, a dose 50 t ha⁻¹ apresentou o melhor resultado. Para o teor do óleo essencial, produtividade do óleo essencial, produtividade dos componentes gama-muuroleno, valenceno, sigma-cadineno, *E*-nerolidol e espatulenol, a dose 30 t ha⁻¹ obteve o melhor resultado. Para a produtividade do componente óxido de cariofileno a dose 40 t ha⁻¹ obteve o melhor resultado. Os componentes majoritários do óleo essencial, da massa seca da parte aérea útil, foram: *E*-nerolidol e o espatulenol. Ao observar as respostas das plantas às doses crescentes de composto orgânico, deve-se considerar além da produção de fitomassa, principalmente, a produção dos teores de óleo essencial, a produtividade do óleo essencial, bem como os fatores econômicos e com isso a dose 30 t ha⁻¹ é a recomendação, para os resultados deste estudo, com exceção do componente óxido de cariofileno que obteve o melhor resultado na dose 40 t ha⁻¹.

Palavras-chave: alecrim-do-campo, composto orgânico, plantas medicinais, *E*-nerolidol, espatulenol.

PHYTOMASS PRODUCTION, CONTENT, AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF *Baccharis dracunculifolia* DC. AS AFFECTED BY ORGANIC COMPOUND Botucatu, 2011. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ROSÂNGELA FERREIRA DOS SANTOS

Adviser: LIN CHAU MING

SUMMARY

In order to evaluate the characteristics of *Baccharis dracunculifolia* DC., according to levels of organic fertilizer, seedlings of *alecrim-do-campo* were produced by seeds, and kept under shade for a period of 90 days before being transplanted to the field, with spacing of 1.0 x 1.0 m, with drip irrigation. The statistical design was randomized blocks with four replications, and doses of organic compost were: 0, 10, 20, 30, 40 and 50 t ha⁻¹. We performed a harvest at 150 days after transplanting. We evaluated the plant growth parameters: height, stem diameter and crown diameter and variables as dry mass of useful aerial part, content, productivity and productivity of the components of essential oil. The essential oils were extracted by

hydrodistillation and analyzed by chromatography gas coupled to mass spectrometer (Shimadzu, QP-5000). The identification of chemical constituents was performed by comparative analysis of mass spectra of substances with the database system CG-EM (Nist 62.lib), literature and retention rates. All results were submitted to analysis of variance, regression, and Tukey test for the effect of doses of organic compost. For the parameters height, stem diameter, crown diameter and dry mass of useful aerial part, the doses studied influenced the plants, which showed the best results at a dose 50 t ha^{-1} , and this. For content and productivity of the essential oil, the doses studied influenced the plants, which in dose 30 t ha^{-1} obtained the best results. Productivity of components gamma-muurolene, valencene, sigma-cadinene and *E*-nerolidol the doses studied influenced the plants, which in dose 30 t ha^{-1} obtained the best results for all of them. If the goal in the cultivation of *B. dracunculifolia* is the component espatulenol dosages 30 and 40 t ha^{-1} obtained the best results. For the productivity of caryophyllene oxide doses studied influenced the plants, which in dose 40 t ha^{-1} obtained the best results. The major components of essential oil, the dry mass of useful aerial part were: *E*-nerolidol and espatulenol. By observing the responses of plants to increasing doses of organic compost, should be considered in addition to biomass production, especially production of essential oil content, the yield of essential oil, as well as economic factors and thus the dose 30 t ha^{-1} is the recommendation for the results of this study, except for caryophyllene oxide component which obtained the best result at a dose 40 t ha^{-1} .

Key words: *Alecrim-do-campo*, organic compound, medicinal plants, *E*-nerolidol, espatulenol.

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas no tratamento e cura de enfermidades é tão antigo quanto a espécie humana.

As observações populares sobre o uso e a eficácia de plantas medicinais contribuem de forma relevante para a divulgação das virtudes terapêuticas dos vegetais, prescritos com frequência pelos efeitos medicinais que produzem, apesar de nem sempre terem seus constituintes químicos conhecidos.

Em todo o mundo, e em particular nos países da América do Sul, o uso de plantas medicinais contribui significativamente com os primeiros cuidados com a saúde (MACIEL et al., 2002).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define planta medicinal como sendo “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos” (VEIGA JÚNIOR et al., 2005).

O Brasil é o país com a maior biodiversidade de plantas do mundo, contando com um número estimado de mais de 20% do número total de espécies do planeta. O

país possui a mais diversa flora, número superior a 55 mil espécies descritas, o que corresponde a 22% do total mundial.

Esta rica biodiversidade é acompanhada por uma longa aceitação de uso de plantas medicinais e conhecimento tradicional associado. Aproximadamente 48% dos medicamentos empregados na terapêutica advêm, direta ou indiretamente, de produtos naturais, especialmente de plantas medicinais que permanecem uma importante fonte para obtenção de medicamentos (CARVALHO et al., 2007 apud SILVA, 2010).

Plantas da Família *Asteraceae* têm sido amplamente estudadas quanto à sua composição química e atividade biológica. Algumas têm proporcionado o desenvolvimento de novos fármacos e inseticidas, entre outros (ZOMLEFER, 1994).

Alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia* DC.), pertencente à família *Asteraceae*, é um arbusto lenhoso, nativo do Brasil, encontrado nas regiões Sul, Sudeste se distribui até Argentina, Uruguai e Bolívia (BARROSO, 1976).

Cresce principalmente em campos abertos, pastagens abandonadas e áreas em processo de sucessão (BASTOS, 2001). Esta espécie é utilizada por suas propriedades analgésica, antiespasmódica, calmante, sedativa e citostática (LORENZI; MATOS, 2002).

O óleo essencial da *B. dracunculifolia* DC. é considerado perfume exótico sendo exportado como matéria-prima para confecção de perfumes e tem como componentes majoritários os sesquiterpenos *E*-nerolidol e espatulenol (QUEIROGA, 1989).

O *E*-nerolidol é um sesquiterpeno presente nos óleos essenciais de diversas plantas e foi aprovado nos Estados Unidos da América, pela agência reguladora Food and Drug Administration (FDA), como um agente flavorizante utilizado em alimentos (ARRUDA et al., 2005).

O *E*-nerolidol encontrado no óleo essencial da planta *B. dracunculifolia* representa um composto de grande interesse da indústria de perfumes em virtude de ser um fixador natural, fundamental na composição dos perfumes (FRIZZO, 2000). Segundo Wattenberg (1991 apud ARRUDA et al., 2005), esse composto apresenta propriedade antineoplásica, e também possui efeito inibidor do crescimento do *Plasmodium falciparum*, o agente causador da malária (MACEDO et al., 2002) e de *Leishmania amazonensis*, causador da leishmaniose tegumentar americana (ARRUDA et al., 2005).

O componente sesquiterpênico espatulenol apresenta atividade biológica importante com propriedades antibacterianas e moderada atividade citotóxica (LIMBERGER et al., 2004).

Outro componente, porém não majoritário, do óleo essencial de *B. dracunculifolia* é o sesquiterpeno óxido de cariofileno, que a literatura relata possuir atividade anticarcinogênica (ZHENG et al., 1992).

Além disso, o alecrim-do-campo tem sido objeto de numerosos estudos entomológicos, pela sua riqueza de insetos herbívoros e galhadores destacando-se, principalmente, por sua relação peculiar com abelhas *Apis mellifera* (BASTOS, 2001).

De acordo com Park et al. (2004), *B. dracunculifolia* é a principal fonte botânica da própolis "verde" produzida no sudeste brasileiro. Seus compostos, depois de processados pelas abelhas, têm a ação antibiótica e antiinflamatória. Países da Ásia e o Japão adquirem quase toda a produção bruta de própolis do Brasil e a empregam no desenvolvimento de medicamentos protetores do fígado ou para inibição de tumores cancerígenos (BASTOS, 2002).

O aumento do uso de plantas na medicina torna mais evidente a necessidade destacada por Box (1973) de se produzir plantas medicinais, não somente considerando sua biomassa, mas principalmente os teores de princípios ativos contidos nela, atentando para o fato de que a síntese desses princípios ativos pode ser alterada conforme as técnicas de cultivo.

Dentre os fatores que interferem na composição química de uma planta, a nutrição merece destaque, sendo que a deficiência ou excesso de nutrientes podem promover alterações na composição ou produção de fármacos na planta. É sabido que as adubações com nitrogênio mineral podem trazer problemas à produção de substâncias ativas, sendo recomendada sua aplicação via adubação orgânica (PINTO et al., 1999).

De acordo com Lorenzi e Matos (2002), quando plantas são cultivadas em solos de alta fertilidade, produzem folhas maiores que as observadas normalmente.

A adubação orgânica visa o aumento da produtividade no cultivo de plantas a partir do uso de resíduos de origem tanto animal, quanto vegetal (RIBEIRO et al., 1999). Além de fornecer nutrientes, que são liberados pelo processo de mineralização, a adubação orgânica é fonte de energia para microorganismos úteis, melhorando a estrutura

física do solo e aumentando a sua capacidade em reter umidade. Os adubos orgânicos possuem efeito regulador na temperatura do solo, retardam a fixação do fósforo e elevam a capacidade de troca catiônica do solo, reduzindo a lixiviação de nutrientes, como o potássio, o cálcio e o magnésio (MALAVOLTA et al., 2002).

Plantas medicinais oriundas de cultivo orgânico são mais resistentes a pragas e doenças, reduzindo-se a necessidade de controle fitossanitário (BOX, 1973). Os adubos orgânicos e verdes, associados às práticas de agriculturas naturais, apresentam maior potencial de resposta econômica, devendo-se utilizar adubos minerais apenas quando a análise do solo demonstrar baixos teores de nutrientes (CORRÊA JÚNIOR et al., 1994).

Diante do exposto, os estudos das técnicas de cultivo na produção de fitomassa, no teor e na composição química e do óleo essencial, contribuirão para o estabelecimento de parâmetros agronômicos no manejo desta espécie.

O objetivo no presente trabalho foi avaliar à altura, o diâmetro do caule, o diâmetro da copa, a produção de fitomassa, o teor de óleo essencial, a produtividade do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC. e sua composição química, em função da adubação orgânica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características do gênero *Baccharis* L.

O gênero *Baccharis* (família Asteraceae) é constituído por mais de 500 espécies distribuídas principalmente no Brasil, Argentina, Colômbia, Chile e México, ocupando as 21 regiões mais elevadas. Vinte e uma espécies são nativas dos Estados Unidos e grande concentração de representantes ocorre no Brasil e nos Andes, indicando estas áreas como prováveis centros de origem do gênero (LUÍS, 1955; MALAGARRIGA HERAS, 1977). Num levantamento taxonômico, sobre *Baccharis* brasileiras, Barroso (1976) identificou 120 espécies concentradas, especialmente na região sul do Brasil.

Segundo Boldt (1989) as espécies do gênero distribuíram-se a partir de seu centro de origem e crescem preferencialmente em campos ou lugares abertos, constituindo formações densas dominantes em capoeiras ou terrenos devastados. São plantas arbustivas e perenes, que possuem caules e ramos cilíndricos áfilos ou providos de alas foliáceas (BARROSO, 1976). Com exceção de *B. monoica*, da América Central, todas as plantas são dióicas (NESOM, 1988).

As espécies de *Baccharis* produzem diversos metabólitos secundários, que podem ter contribuído para seu sucesso evolutivo na defesa contra herbivoria e microrganismos (CRONQUIST, 1981). Resinas compostas de terpenos ocorrem em superfícies de folhas e caules (WOLLENWEBER et al., 1986). Muitos desses compostos possuem importância ecológica, comercial e medicinal por representarem substâncias com propriedades antitumorais, antimicrobianas ou inseticidas. No Brasil, as plantas conhecidas como carqueja (*B. trimera*, *B. notorsegila* e *B. crispa*) são usadas popularmente na obtenção de princípios amargos (PAVAN, 1952) e extratos de acetato de etila, de *B. trimera* são usados contra infecções de *Schistosoma* (HERZ et al., 1977). As roridinas e verrucarinas (tricotecenos) encontradas em *B. coridifolia*, são ativas contra células tumorais nasofaríngeas. (ARISAWA et al., 1985). A bacarina (tricoteceno), de *B. megapota mica*, mostrou-se ativa contra a leucemia e tumores de cólon em camundongos (KUPCHAN et al., 1976; ARCAMONE et al., 1980) e os óleos essenciais, de *B. dracunculifolia* e *B. genistelloides*, são utilizados na indústria de perfumaria brasileira (LAWRENCE, 1984).

A partir das folhas de *B. dracunculifolia* do sudeste do Brasil são extraídos, por arraste a vapor, óleo essencial de alto valor para a indústria de fragrância. Terpenóides e flavonóides são os constituintes mais encontrados no gênero *Baccharis* (VERDI, 2005).

2.2. *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae)

B. dracunculifolia é uma planta arbustiva, lenhosa, perene e ocorre no Brasil, de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, nos países do MERCOSUL (FERRONATTO, 2007) e nos vales elevados da Bolívia (LOYAZA et al., 1995) e é comum em campos abertos, pastagens abandonadas e áreas de sucessão. O arbusto cresce em média 2 a 3 metros (BARROSO, 1973). É uma espécie dióica, que se reproduz por sementes (aquênios), com caules bastante ramificados e densamente povoados por tricomas (BASTOS, 2001).

A espécie *Baccharis dracunculifolia* DC. é popularmente conhecida como vassoura, vassourinha ou alecrim-do-campo e é amplamente utilizada na medicina caseira. A forma de infusão de suas folhas é empregada para problemas hepáticos, disfunções estomacais e como antiinflamatório.

Estudos de literatura relatam o uso medicinal do “alecrim-do-campo” comercializado em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro (AZEVEDO e SILVA, 2006), assim como a utilização das folhas para feridas (FREISE, 1933 apud FENNER, et al. 2006) e o uso dos ramos, em decocto, como antifebril (RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

Devido à intensidade de frequência de herbivoria, que ocorre em indivíduos de *B. dracunculifolia*, os mecanismos de defesa química dessa planta têm sido alvos de diversos estudos.

B. dracunculifolia destaca-se por se associar a um grande número de insetos herbívoros, tendo sido registradas 90 morfo-espécies presentes em 29 plantas femininas e 43 masculinas, incluindo o indutor de galha *Neopelma baccharidis* (ARAÚJO et al., 1995; COLEVATTI; SPERBER, 1997; ESPÍRITO-SANTO et al., 1999).

Em geral, os compostos secundários das plantas são tóxicos e inibem o ataque de insetos. Entretanto, alguns herbívoros coletam esses compostos para sua própria defesa (EINSNER et al., 1974; BROWER; GLAZZIER 1975; PETERSON et al., 1987), como *Apis mellifera*, que coleta e transporta os ápices caulinares de *B. dracunculifolia* para o interior da colméia onde os compostos secundários são usados como defesa contra seus próprios predadores (BASTOS et al., 2000; BASTOS, 2001) o que prova a presença de constituintes antibióticos, entre outros, na planta.

Nos estudos de atividades biológicas evidenciam-se os efeitos alelopáticos, antimicrobianos (DUARTE et al., 2003; FERRONATTO et al., 2007), citotóxicos, hipoglicemiantes e antiinflamatórios (LOYAZA et al., 1995; DUARTE et al., 2003). Em estudos realizados por Ferronato et al. (2007) é relatado que óleo de *B. dracunculifolia* mostrou atividade inibitória sobre crescimento microbiano das cepas testadas (*Escherichia coli* e *Saphylococcus aureus*). Além disto, são freqüentes os relatos que mencionam que o alecrim-do campo é a fonte botânica da chamada própolis verde elaborada pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* (SOUSA, 2007).

Com isso, percebe-se a importância das propriedades antitumorais, antimicrobianas e inseticidas, dos compostos produzidos pelas espécies de *Baccharis*, como também evidencia-se a importância dos mecanismos químicos de defesa de *B. dracunculifolia*.

2.3. Estruturas secretoras e fitoquímica

A presença de tricomas glandulares e não glandulares é característica geral da família Asteraceae, sendo que a produção de resinas é associada à ocorrência de tricomas glandulares e canais secretores (METCALFE; CHALK, 1950). Materiais resinosos secretados pelas plantas consistem de uma variedade de compostos, incluindo flavonóides agliconas, ceras, gorduras, terpenos e óleos essenciais, (SCHNEPF, 1974).

Várias espécies de *Baccharis* possuem tricomas tectores e glandulares na epiderme de folhas e caules (HELLWING, 1992).

Durante muito tempo, essas secreções ou metabólitos especializados, foram considerados como produtos de excreção do vegetal, com estruturas químicas e, algumas vezes, propriedades biológicas interessantes. Atualmente, sabe-se que muitas destas substâncias estão envolvidas em mecanismos de defesa contra herbívoros e microrganismos, de proteção contra os raios UV, de atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes e em alelopatia (HARBONE, 1988). Essas substâncias não se distribuem homogeneamente no corpo da planta sendo que, em geral, folhas jovens e tecidos em crescimento são melhores protegidos por compostos secundários do que tecidos maduros (SHOONHOVEN et al., 1998).

Os tricomas glandulares são importantes não só do ponto de vista morfológico, mas principalmente por acumular micromoléculas com a função de proteger a planta contra parasitas, competidores e agentes predadores e, desse modo, possuírem papel fundamental dentro da ecologia química (SPRING, 2000). Terpenóides e muitos compostos aromáticos, como flavonóides e derivados do ácido cumárico, estão frequentemente presentes nos tricomas glandulares de várias espécies vegetais da tribo Astereae (SPRING, 2000).

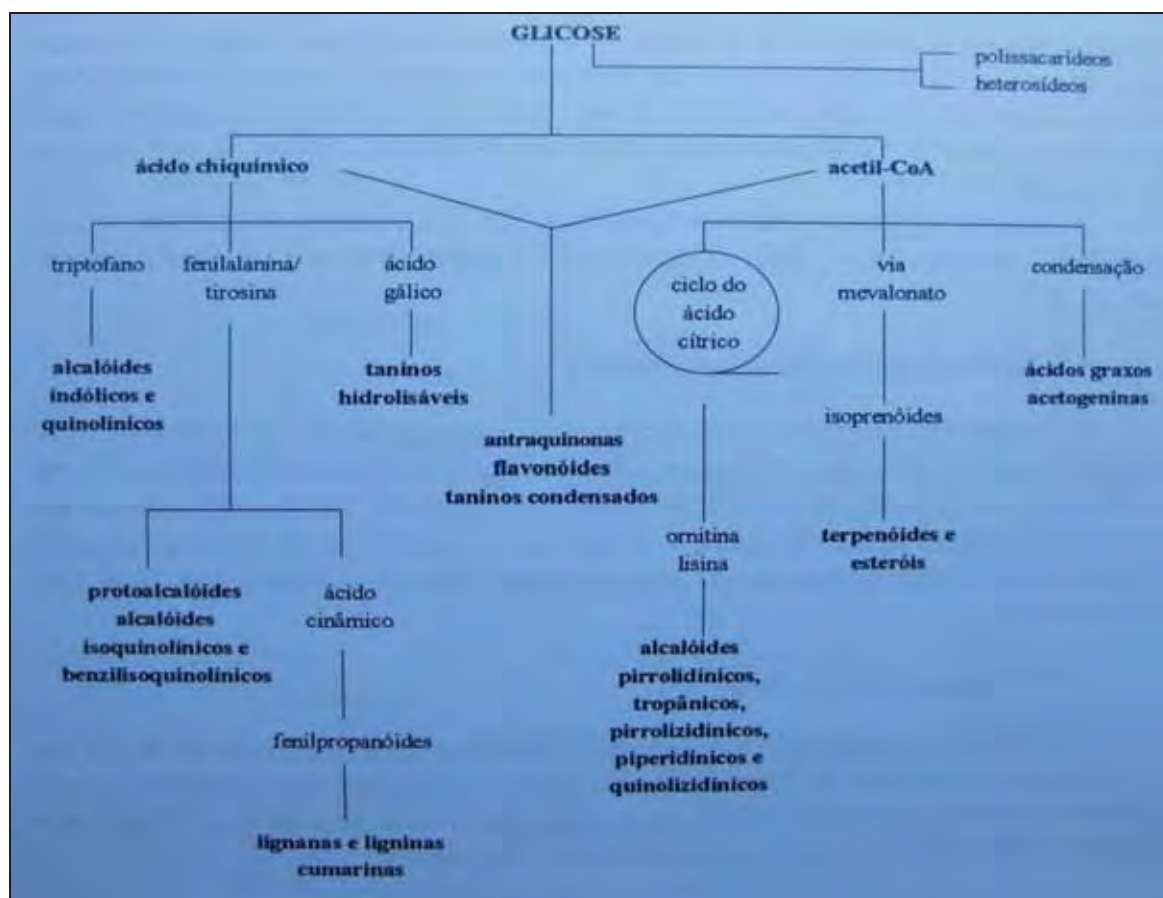
Trabalhos abordando aspectos morfológicos e histoquímicos em folhas de *B. dracunculifolia* DC. registraram a ocorrência de tricomas glandulares e ductos secretores, ambos com secreção de natureza heterogênea (CASTRO, 1987; BASTOS, 2001).

A pesquisa fitoquímica tem por objetivo conhecer os constituintes químicos de espécies vegetais ou avaliar sua presença. Quando não se dispõe de estudos químicos sobre as espécies de interesse, a análise fitoquímica preliminar pode indicar o grupo de metabólitos especializados relevante das mesmas. Caso o interesse esteja restrito a uma

classe específica de constituintes ou às substâncias responsáveis por certa atividade biológica, a investigação deverá ser direcionada para o isolamento e a elucidação estrutural da mesma (SIMÕES et al., 2007). O panorama para a fitoquímica é muito mais importante e decisivo para o Brasil, ao se considerar sua riqueza vegetal ainda sem estudo e as possibilidades para o desenvolvimento de novos medicamentos.

O metabolismo do acetil CoA (Figura 1) gera o diversificado grupo de metabólitos secundários, os isoprenóides ou terpenóides (MANN, 1987), que representam a segunda classe com maior número de constituintes ativos, na qual se encontram os óleos essenciais. Os principais terpenóides encontrados nos óleos essenciais podem ser divididos em monoterpenos e sesquiterpenos (LOPES, 1997). Óleos essenciais podem conter também lignóides (Alil-e propenilfenóis e cumarinas) (GOTTILEB, 1985). A síntese destas substâncias segundo Dewick (2002) e Lichtenthaler (1999), se dá a partir da via acetato/mevalonato (Figura 1). De acordo com Taiz e Zeiger (2004) os terpenos são biossintetizados a partir de metabólitos primários do carbono, por duas rotas diferentes, a do ácido mevalônico e a do metileritritol fosfato (MEP). Na rota do ácido mevalônico, três moléculas de acetil CoA são ligadas, a partir de uma série de etapas da rota, para formar o ácido mevalônico. Esse importante intermediário de seis carbonos é então bifosforilado, descarboxilado e desidratado para produzir isopentenil difosfato (IPP). O IPP, unidade ativa básica na formação dos terpenos, pode também ser formado a partir de intermediários da glicólise ou do ciclo de redução fotossintética do carbono, através do MEP, que ocorre nos cloroplastos ou outros plastídeos. Segundo Svoboda (2000) e Croteau et al. (2000) a produção de grandes quantidades de terpenóides, assim como sua subsequente acumulação, emissão ou secreção está quase sempre associada à presença de estruturas anatômicas especializadas.

Quimicamente, a maioria dos óleos voláteis é constituída de derivados fenilpropanóides ou de terpenóides, sendo os últimos os que predominam (SIMÕES et al., 2007).



Fonte: Simões (2007)

Figura 1. Ciclo biossintético dos metabólitos secundários

Os sesquiterpenos são originados da rota biossintética do ácido mevalônico, da qual também se originam os monoterpenos. Deve-se ressaltar que são conhecidas mais de 3000 estruturas sesquiterpênicas e cerca de 1000 monoterpênicas (WATERMAN, 1993).

A grande diversidade de sesquiterpenos decorre do maior número de carbonos presentes nesses compostos, o que permite maior variação estrutural e estereoquímica (MARTINS, 1996). Os sesquiterpenos ocorrem com frequência nos óleos essenciais e são menos voláteis que os monoterpenos.

A literatura relata que compostos voláteis sesquiterpênicos possuem atividades antibacterianas, fungicidas e inseticidas (ALMEIDA et al., 2005) e também

atividades como inibidores de germinação e crescimento radicular, sobre diversas espécies vegetais (SAMPIETRO, 2008).

O composto sesquiterpênico δ -cadineo é precursor do gossipol composto que atua na defesa química das plantas (BUCHANAN; GRUISSEM, 2000).

Nagatani et al. (2001), em estudos sobre os componentes da parte aérea de *B. dracunculifolia*, descobriram dez novos glicosídeos chamados dracunculifosídeos A-J e foram isolados juntamente com dezesseis glicosídeos conhecidos da parte aérea de *B. dracunculifolia*. As estruturas destes glicosídeos foram determinadas com base em evidências espectrais e químicas; os mesmos autores (2002) descrevem o isolamento e elucidação estrutural destes novos compostos.

Em estudo químico de *B. dracunculifolia* COSTA (2009) identificou os monoterpenos, β -pineno, limoneno e terpinen-4-ol, os principais sesquiterpenos hidrocarbonetos, β -cariofileno, α -humuleno, germacreno D, trans- β -guaieno e d-cadineno.

QUEIROGA (1989) no estudo fitoquímico do óleo essencial de *B. dracunculifolia* identificou 55 compostos, e mais dois compostos inéditos na literatura: 1H-cicloprop[e]azuleno, 1a,2,3,4, 4a,5 7 a, 7b-octa-hidro-1,1,4, 7- tetrametil-(1aa, 4b, 4aa, 7 ab, 7 ba) 56 e 1H-cicloprop[e] azuleno, 1a,2,3,4, 4a, 5,7a,7b-octa-hidro-1,1,4 7-tetrametil-(1aa,4a,4aa,7ab,7ba) 57. Em estudos sobre os constituintes das folhas de *B. dracunculifolia* e sua atividade citotóxica, Fukuda et al. (2006) descobriram que os extratos alcoólicos destas folhas apresentam atividade citotóxica potente contra células de leucemia e também descreveram o isolamento e elucidação estrutural de dois novos compostos, baccharisketone e p-methoxythymol acetato.

Ao levar uma planta de uso medicinal para um sistema de cultivo, principalmente quando esta é silvestre, deve-se observar as características medicinais, o que torna o conhecimento sobre as estruturas secretoras e fitoquímica imprescindível no estudo de *B. dracunculifolia*, pois considerando que o princípio ativo desta planta se concentra nestas estruturas secretoras, erros de cultivo e manuseio do material vegetal seriam cometidos sem esse conhecimento, tais como: efetuar a colheita em dias chuvosos; diminuindo o teor e a produtividade do óleo essencial; utilizar partes da planta que não contenham óleo essencial, como tecidos maduros aos invés de partes da planta que em geral são melhores protegidas por compostos secundários, como folhas jovens e tecidos em crescimento; triturar o material antes

de fazer a extração do óleo essencial, favorecendo a perda dos componentes voláteis, dentre outros.

2.4. Adubação orgânica e nutrição em plantas de uso medicinal

A produção de biomassa e princípios ativos nas plantas medicinais, aromáticas e condimentares depende de vários fatores, dentre eles, o manejo fitotécnico (MARTINS et al., 1998). Dentre os insumos que maximizam a produção das plantas, a adubação é uma das responsáveis pela elevação da produtividade e qualidade dos produtos obtidos. As plantas medicinais e aromáticas como qualquer outra planta, dependem de suprimento adequado de nutrientes para boas produtividades agrícolas. Mesmo com todos os esforços, as plantas podem ficar sujeitas a condições de disponibilidade sub - ou supra - ótima de nutrientes. Os limites da faixa de concentração considerada adequada variam amplamente com vários fatores, como o elemento mineral, o genótipo, o órgão, etc., podendo ser mais estreita ou mais larga (CAMBRAIA, 2005).

O suprimento inadequado de um nutriente essencial, por deficiência ou excesso, além de modificações no metabolismo celular, crescimento, desenvolvimento e produtividade, pode se manifestar por meio de sintomas visuais (PRIMAVESI, 2002), sendo muitas vezes assim identificado. Neste sentido, a adubação orgânica é fonte de nutrientes para as plantas que além de permitir suprimento adequado contribui para a melhoria da estrutura física do solo, aumento de retenção de água, diminuição de perdas por erosão, favorecimento do controle biológico devido à maior população microbiana e melhoria da capacidade tampão do solo (LOPES, 1989).

De acordo com Corrêa Júnior et al. (1994) adubo orgânico é todo produto proveniente da decomposição de resíduos de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos e que vai constituir a parte orgânica do solo.

Até meados do século XIX, os adubos aplicados aos solos eram praticamente os de origem orgânica (KIEHL, 1985). A partir da revolução industrial do século XVIII, os insumos industrializados, predominam como principal fonte de adubação, conseqüentemente perdeu-se o conceito e a prática de reciclagem de recursos naturais,

incentivados pela adubação orgânica. Com isso a agricultura industrial passou a usar estes insumos em larga escala tornando-os matéria prima imprescindível ao processo de produção.

Estes insumos agroquímicos quando utilizados sem controle contaminam não só a produção agropecuária como também degradam o meio ambiente, provocando erosão, perda da matéria orgânica, e da capacidade produtiva do solo. Entretanto se a planta receber os nutrientes em quantidade adequada além da luz do sol pode sintetizar todos os compostos que necessita para um crescimento normal (RAIJ, 1991), e assim servir ao homem como fonte de alimento, medicamento, entre outros.

Entre os fatores que podem interferir nos princípios ativos de plantas, a nutrição é um dos que requerem maior atenção, pois o excesso ou a deficiência de nutrientes podem estar diretamente correlacionados à variação na produção de substâncias ativas (MATTOS, 1989). De acordo com a quantidade exigida pelas plantas, os nutrientes são conhecidos como macro: N, P, K Ca, Mg, S e micronutrientes: B, Cl, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e Ni (FURLANI, 2004); sendo os macronutrientes N, P e K, de modo geral, os usados em maior proporção na adubação (MALAVOLTA, 1979).

Entre os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, o nitrogênio exerce função importante na produção de princípios ativos, sendo o fósforo e o potássio relevantes quando utilizados em altas doses, apresentando a produção de fitomassa aérea, resposta mais expressiva aos níveis de adubação nitrogenada (variação de 500% para o rendimento de fitomassa e de 40 a raríssimos 100% para incremento no rendimento de princípio ativo), concluiu Flück (1954), após revisão sobre nutrição em plantas de uso medicinal.

Segundo Box (1973) nas plantas medicinais que visam colheita de flores, a interferência da adubação nitrogenada é menor, porém, quando o objetivo é colher toda a parte aérea da planta (por exemplo, alfavaca, artemísia, cardo santo, arruda e sálvia), bem como nas produtoras de látex (papoula), a adubação nitrogenada é a responsável pelo aumento no rendimento. Em algumas espécies da família *Lamiaceae*, a adubação nitrogenada aumenta a produção de óleo essencial, como em hortelã, alfavaca e orégano, sendo que para melissa, sálvia e satureja, estes resultados não são concludentes. Com relação às Umbelíferas, o anis e o funcho melhoram a qualidade de suas sementes quando submetidos a doses maiores de nitrogênio. O mesmo autor também informa que, em plantas produtoras de frutos e

sementes, como o coentro, e fitomassa subterrânea, maiores respostas são obtidas com incremento da adubação com superfosfato de cálcio e sais potássicos, apresentando estes, de uma maneira geral, menor influência nos resultados, quando comparados aos adubos nitrogenados.

Em *Calendula officinalis*, a aplicação de 6 kg m⁻² de composto orgânico, na presença de cobertura morta, proporcionou maior produção de matéria fresca e número de capítulos (SANTOS et al., 2001). A utilização de adubação orgânica com esterco de aves maximizou o rendimento de óleo essencial de *Lippia alba* em relação ao solo puro e adubação química (SOUZA et al., 2002). Vários outros trabalhos têm mostrado que a aplicação de fertilizantes orgânicos aumenta a biomassa e teores de princípios ativos como pode ser evidenciado nas pesquisas com *Lippia alba* Mill (MING, 1994), *Ageratum conyzoides* L. (MING, 1998), *Achillea millefolium* L. (SCHEFFER, 1998), *Plantago major* L. (BLANCO, 1998), *Mentha x villosa* Huds (CRUZ, 1999) e *Mentha arvensis* var. *piperascens* Holmes (MATOS, 2000).

Estudando os efeitos das doses de 0; 1; 2; 3 e 4 kg m⁻² de adubo orgânico em plantas de *Achillea millefolium* L. (mil-folhas), Scheffer; Ronzelli Júnior (1990), no Paraná, verificaram que as maiores produções de biomassa foram obtidas nos tratamentos que receberam 2 a 4 kg m⁻² de adubo e os maiores teores de óleo essencial com as doses de 1 a 4 kg m⁻².

Silva et al. (2001) avaliaram o rendimento de óleo essencial e o crescimento de carqueja amarga (*Baccharis trimera*) submetida a cinco níveis (0, 5, 10, 20 e 30 %) de adubo orgânico (esterco de curral) em presença e ausência de adubo mineral (NPK + micronutrientes) e observaram que o menor rendimento de fitomassa aérea ocorreu na testemunha (sem adubação orgânica e mineral). A dosagem de 30% do esterco de curral na ausência de adubo mineral apresentou o melhor rendimento de fitomassa, havendo redução na produção quando este mesmo nível de adubo orgânico estava associado ao adubo mineral. Maior teor de óleo essencial foi obtido de plantas oriundas de tratamento sem adubação (0,09%), provavelmente devido ao estresse que as plantas foram submetidas, podendo ser esta, uma resposta adaptativa. O menor rendimento nos demais tratamentos foi compensado com o aumento no rendimento de fitomassa, o que contribuiu para um aumento na produtividade

(rendimento de óleo x rendimento de fitomassa). Os autores concluíram que, para carqueja, a adubação orgânica é mais indicada.

Foi observado por Corrêa et al. (2010) que as doses de adubos bovino e avícola influenciaram significativamente no crescimento das plantas, rendimento e composição química do óleo essencial de orégano.

Ferraz et al. (2010) analisando o teor e o rendimento de óleo essencial de *Achillea millefolium* L. sob diferentes doses de esterco bovino e avícola, concluiu que a adubação orgânica com esterco avícola proporciona maiores ganhos em rendimento de óleo essencial dessa espécie e que não houve incremento quando utilizada a adubação com esterco bovino.

Ao estudar o rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides*) cultivado sob adubação orgânica, Sales et al. (2009) verificaram que a adubação orgânica proporcionou melhoria na fertilidade do solo, aumento do acúmulo de massa seca e maiores rendimentos de óleo essencial (g planta^{-1}).

O fertilizante orgânico por melhorar as condições edáficas do solo pode contribuir positiva ou negativamente a produção de biomassa e princípios ativos dependendo da espécie. Em trabalho de Chaves (2002), com alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), foi observado que maiores dosagens de esterco de poedeira (8,0 e 12,0 kg m^{-2}) induziram maior crescimento de plantas; no entanto, o teor de óleo essencial reduziu progressivamente com o aumento das doses em relação a testemunha sem adubação.

De acordo com Martins et al. (1998), o estresse nutricional pode acarretar em maior ou menor produção de fármacos na planta. A deficiência de fósforo no solo reduz a concentração de cumarinas em chambá (*Justicia pectoralis*), com significativa redução na produção de biomassa e conseqüente diminuição da produção total do princípio ativo. Assim, os efeitos da adubação variam conforme a espécie e conforme as variáveis em estudo. Pode ocorrer de um grupo responder positivamente a adubação, enquanto outro tem a sua concentração reduzida em função da mesma aplicação.

Esta estreita relação solo-planta sem dúvida interfere nos passos metabólicos que originam substâncias bioativas (HARBONE, 1988). O cultivo quando mal conduzido pode gerar plantas de uso medicinal com produtos ativos em quantidades pequenas, tornando a sua comercialização inviável ou de maneira oposta, incrementar a quantidade de

substâncias consideradas tóxicas, tornando o produto nocivo e, portanto, de utilização terapêutica inviável (CORRÊA JÚNIOR et al., 1994).

Considerando estes fatores, o estudo utilizando a adubação orgânica, que além de propiciar a reciclagem de nutrientes no sistema de cultivo, transformando o que seria rejeito em resíduo, poderá viabilizar a recomendação de adubação com composto orgânico, para a produção de fitomassa de *B. dracunculifolia*, teor, produtividade e composição química do óleo essencial de *B. dracunculifolia*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido no pomar experimental do Departamento de Produção Vegetal - Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Câmpus de Botucatu/SP, que apresenta as coordenadas geográficas: 22° 55' 55" S, 48° 26' 22" O e altitude 810 m. O tipo climático predominante no local é o temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno (Cwa – Koppen), tendo temperatura média anual de 20,5 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1533 mm (CUNHA et al., 1999). O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho, segundo os critérios da Embrapa (2006). Conforme análise de solo (Tabela 1) realizada previamente, de amostras de solo de 0 a 20 cm, foi corrigida V% para 70 % por meio da aplicação de calcário Fuller PRNT 100%, sendo utilizado 2 t ha⁻¹ deste calcário. O solo foi arado e gradeado para o plantio. A análise química do solo foi realizada de acordo com a instrução normativa DAS 28 de 27/07//2007, MAPA (2007).

Tabela 1. Resultado da análise química do solo, 2009.

pH	M.O.	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						
5,1	18	13	38	2	27	13	42	80	53
Micronutrientes									
Boro	Cobre		Ferro		Manganês		Zinco		
			mg dm ⁻³						
0,13	0,7		14		5		0,8		

Fonte: Departamento de Recursos Naturais/Ciência do solo/Laboratório de Fertilidade e Corretivos /UNESP-FCA Campus de Botucatu-SP.

M.O.-Matéria Orgânica; **P**-Fósforo; **H+Al**-Acidez Potencial; **K**-Potássio; **Ca**-Cálcio; **Mg**-Magnésio;; **SB** – Soma de Bases; **CTC**-Capacidade de Troca de Cátions; **V%**-Saturação em Bases

3.2. Material de propagação

Foram utilizadas mudas de alecrim do campo produzidas por sementes, de uma população espontânea de Botucatu (São Paulo) (22° 50' 54" S, 48° 26 ' 04,2" WO), coletadas em maio de 2009. As plantas foram identificadas e as exsicatas foram depositadas no Herbário do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, sob o número BOTU 027340 para as plantas femininas (Figura 2) e BOTU 027341 para as plantas masculinas (Figura 3). Após a coleta, as inflorescências foram colocadas em bandejas plásticas e secas à sombra, em temperatura ambiente (média de 22°C), e submetidas à debulha manual para a separação das sementes. As sementes foram colocadas para germinar no dia 12 de novembro de 2009, em tubetes cilindro-cônicos de polietileno com volume de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil®, mantidas sob casa-de-vegetação com luminosidade de 50%, sendo irrigadas diariamente por nebulização intermitente a cada quinze minutos (Figuras 4 e 5) até o transplântio das mudas para o campo.

O plantio definitivo foi realizado em 05 de fevereiro de 2010, em covas, no espaçamento de 1,0 x 1,0 m, entre plantas e linhas, com irrigação por gotejamento, aos 84 dias após a semeadura (DAS) (Figura 4 e 5), em decorrência de condições climáticas desfavoráveis para a implantação com 60 dias após a semeadura (DAS), conforme planejamento inicial. No plantio o composto orgânico foi misturado com a terra retirada para a abertura da cova e esta mistura foi colocada na cova de plantio. A área de cultivo foi

conduzida dentro dos critérios de boas práticas agrícolas sendo mantida limpa de invasoras por capina manual e com roçadeiras.



Figura 2. Inflorescência feminina de *B. dracunculifolia* DC., Botucatu, SP, 2011.



Figura 3. Inflorescências masculinas de *B. dracunculifolia* DC., Botucatu, SP, 2011.

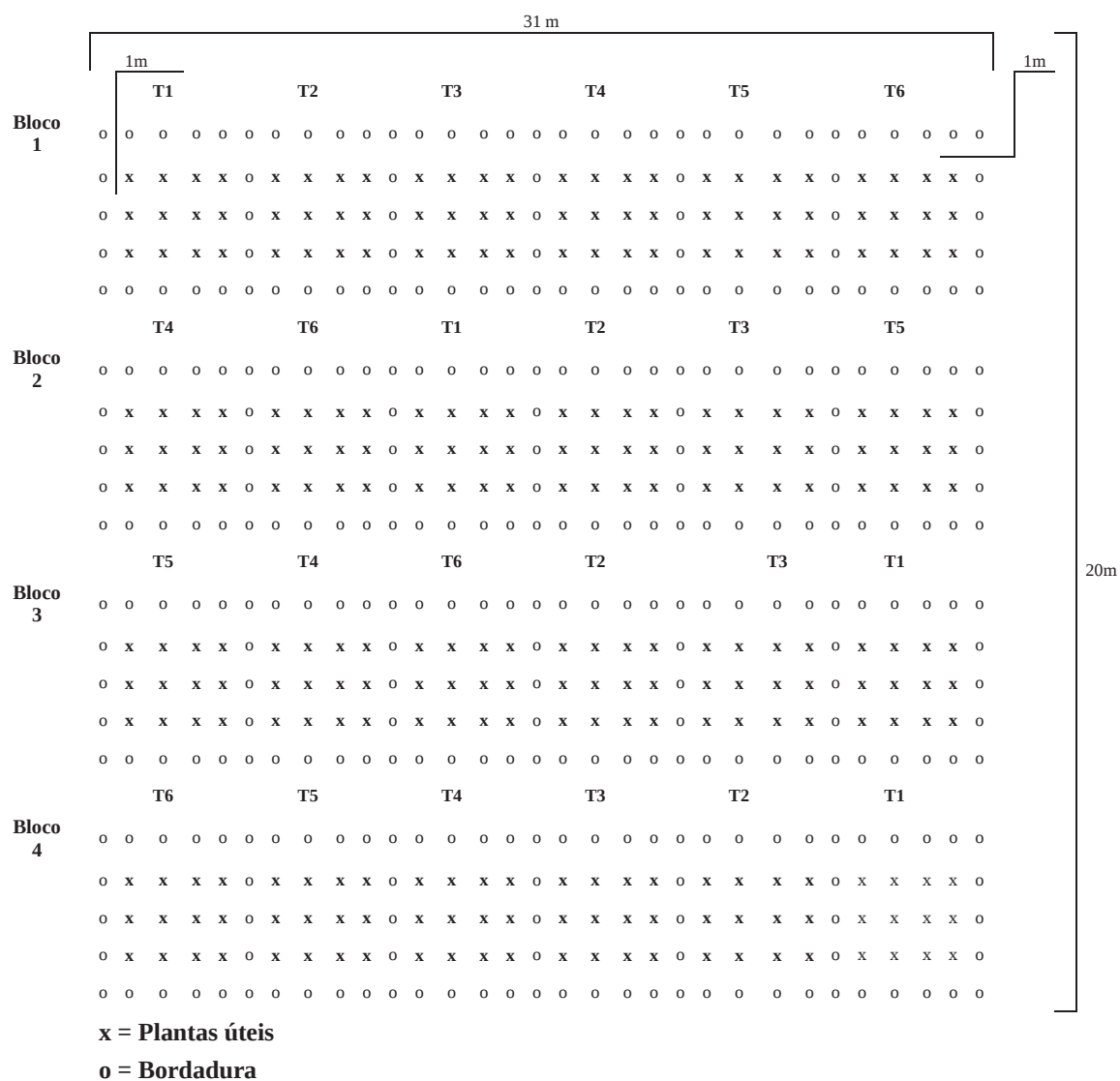


Figura 4 e 5. Mudas de *B. dracunculifolia* DC. produzidas por sementes, aos 30 dias após a semeadura, com aproximadamente 2,5 cm de altura, Botucatu, SP, dezembro de 2009.

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos que foram as diferentes doses de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹ (Tabela 2) com quatro repetições.

Cada parcela foi constituída por 12 plantas úteis, totalizando 288 plantas úteis. Foram plantadas mudas de alecrim do campo, também em volta de cada parcela, ou seja, 332 plantas em toda a borda, num total de 620 plantas, com área total de 620 m², conforme croqui abaixo.



Trat. 1 = testemunha

Trat. 2 = dose 10 t de composto orgânico ha⁻¹

Trat. 3 = dose 20 t de composto orgânico ha⁻¹

Trat. 4 = dose 30 t de composto orgânico ha⁻¹

Trat. 5 = dose 40 t de composto orgânico ha⁻¹

Trat. 6 = dose 50 t de composto orgânico ha⁻¹

A matéria prima, resíduos de origem vegetal e animal para a compostagem foi obtida junto à Centroflora Anidro do Brasil e ao confinamento dos novilhos precoces da UNESP de Botucatu, respectivamente.

Os resíduos vegetais da produção de extratos botânicos disponíveis que foram fornecidos pela Centroflora - Anidro do Brasil são oriundos da mistura das seguintes espécies: 1 – *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, 2 – *Aesculus hippocastanum* L., 3 – *Atropa belladonna* L., 4 – *Trichilia emarginata* (Turcz.) C. DC., 5 – *Passiflora alata* Curtis, 6 – *Paullinia cupana* Kunth.

Os resíduos foram secos até a eliminação do solvente hidroalcóolico e montados em pilhas com aproximadamente 5m³. Esterco de curral foi adicionado a fim de balancear a relação C/N para 35/1, em função das análises químicas, objetivando-se finalizar o processo de compostagem com o máximo de C/N de 18/1. (KIEHL, 2002). O manejo das pilhas foi conduzido conforme Kiehl (1985). Foram avaliadas, durante o processo de compostagem três amostras coletadas em cada pilha ao final de 90 dias, quando os compostos já estavam prontos para determinação dos minerais, nitrogênio total, carbono orgânico total e pH, de acordo com Laboratório Nacional de Referência Vegetal (1988). Com base nestes resultados os fertilizantes obtidos foram caracterizados como fertilizante orgânico misto de acordo com o Art. 2º classe “A” e enquadrado nos demais itens seguindo a Instrução normativa Nº 23 de 31 de agosto de 2005 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e Abastecimento em acordo com o Decreto no 5.351, de 21 de janeiro de 2005. A análise química do composto foi realizada de acordo com metodologia descrita por Raij (2001).

Tabela 2. Resultado da análise química do composto orgânico utilizado na adubação do alecrim-do-campo¹, 2010.

M.O. (%)	C/N	pH H ₂ O	Nutrientes										
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	UM
			% na matéria seca						mg kg ⁻¹ na matéria seca				
37	10/1	7,3	2,3	0,43	0,19	1,8	0,2	0,2	23	107	7767	268	4,17

Fonte: Departamento de Recursos Naturais/Ciência do solo/Laboratório de Fertilidade e Corretivos/UNESP-FCA Campus de Botucatu-SP.

¹ Composto orgânico oriundos de mistura das seguintes espécies 1 - *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, 2 – *Aesculus hippocastanum* L., 3 - *Atropa belladonna* L., 4 – *Trichilia emarginata* *Trichilia* (Turcz.) C. DC., 5 - *Passiflora alata* Curtis, 6 - *Paullinia cupana* Kunth.

3.4. Dados meteorológicos durante o cultivo

Os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas médias, máximas e mínimas mensais foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu-SP (Tabela 3).

Tabela 3. Temperaturas máximas, mínimas e médias e precipitação pluviométrica durante o período de cultivo. Dados fornecidos pelo Departamento Recursos Naturais/FCA/UNESP/Botucatu, 2010.

Meses	TempMin	TempMax	TempMed	PrecPluvial
	°C	°C	°C	mm
Fevereiro	20,10	28,96	24,53	176,50
Março	18,65	28,40	23,53	134,55
Abril	17,10	26,36	21,73	71,70
Maio	14,06	24,36	19,21	39,45
Junho	12,44	25,52	18,57	22,80
Julho	12,40	26,80	19,60	0,00
Médias	15,79	26,73	21,19	74,17

3.5. Características biométricas avaliadas na fase de campo

3.5.1 Altura

Foram realizadas onze avaliações sendo: 19 de fevereiro, 05 de março, 19 de março, 02 de abril, 16 de abril, 30 de abril, 14 de maio, 28 de maio, 11 de junho, 25 de junho e 05 de julho de 2010, com intervalo de quatorze dias, exceto a de 05 de julho de 2010 por ser a data da colheita, para observação da altura, medida com trena em centímetro desde o colo até o ápice vegetativo mais alto.

3.5.2. Diâmetro caular

Foram realizadas 11 avaliações sendo: 19 de fevereiro, 05 de março, 19 de março, 02 de abril, 16 de abril, 30 de abril, 14 de maio, 28 de maio, 11 de junho, 25 de junho e 05 de julho de 2010, com intervalo de quatorze dias, exceto a de 05 de julho de 2010 por ser a data da colheita, com intervalo de 14 dias, para observação diâmetro do caule, à altura do colo, das plantas, determinado em milímetro com o uso de paquímetro digital.

3.5.3. Diâmetro da copa

Foram realizadas seis avaliações sendo: 30 de abril, 14 de maio, 28 de maio, 11 de junho, 25 de junho e 05 de julho de 2010, com intervalo de quatorze dias, exceto a de 05 de julho de 2010 por ser a data da colheita, com intervalo de 14 dias, para observação do diâmetro da copa, das plantas, medido com trena em centímetro.

3.6. Características avaliadas ao final do ciclo e pós-colheita

3.6.1. Fitomassa

Foi realizada uma colheita, das sete às nove horas da manhã, no dia cinco de julho de 2010, aos 150 dias após o transplante das mudas (DAT). O corte foi realizado com tesouras de poda e podão, cortando-se as plantas na altura de 30 cm, do colo. Logo após a colheita, no laboratório do Departamento de Produção Vegetal – Setor Horticultura – FCA – UNESP – Botucatu/SP, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura controlada de 40°C, até a obtenção de massa seca constante. Determinando-se o peso da massa seca da parte aérea útil, que foi definida como caule de até 2 milímetros de diâmetro, ainda verde e com folhas, por ser esta a parte da planta produtora de óleo essencial.

3.6.2. Teor e caracterização química do óleo essencial

O teor de óleo do óleo essencial (%) foi calculado a partir da fórmula:

$$\% \text{Teor} = \frac{\text{Média da massa do óleo essencial (g)}}{50 \text{ (g) Massa seca da amostra da planta}} \times 100$$

Massa seca = Massa seca da parte aérea útil.

A extração do óleo essencial foi realizada no Laboratório de Produtos Naturais, do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas - SP, de setembro de 2010 a janeiro de 2011. O tempo de extração foi otimizado através de testes preliminares, observando-se o volume de

óleo essencial a cada 30 minutos, considerando-se como tempo ótimo, quando não mais se observou alteração no mesmo. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação, em aparelho tipo Clevenger (CRAVEIRO et al., 1981) por duas horas. Após a separação das fases (água e óleo essencial) os óleos essenciais extraídos foram transferidos para frascos de vidro âmbar de 10 mL, com batoque e tampa rosqueável, devidamente identificados, previamente pesados em balança analítica (AND, modelo HR-120) e mantidos no freezer a 4°C até a análise da composição química. Esta foi conduzida em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (Shimadzu, QP-5000), operando a 70 eV, dotado de coluna capilar de sílica fundida DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), hélio como gás de arraste (1,7 mL/min), injetor a 240°C, detector a 230°C e o seguinte programa de temperatura: 80°C - 150°C, 6°C/min; 150°C - 190°C, 2°C/min; 190°C - 280°C, 10°C/min; 280°C (6 min.) e split 1/20.

A identificação dos constituintes químicos foi realizada através da análise comparativa dos espectros de massas das substâncias com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist 62.lib), literatura (MCLAFFERTY; STAUFFER, 1989) e índice de retenção (ADAMS, 2001). Os índices de retenção de Kovat's (IK) das substâncias foram obtidos através da co-injeção do óleo essencial com uma mistura padrão de n-alcenos (C₉H₂₀ - C₂₅H₅₂ Sigma Aldrich, 99%), aplicando-se a equação de Van den Dool e Kratz (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963). A composição química do óleo essencial foi apresentada em forma de tabela, com a porcentagem relativa das substâncias obtida por normalização de área.

3.6.3. Produtividade do óleo essencial

Foi obtida multiplicando-se a massa seca útil da parte aérea pelo respectivo teor de óleo essencial e transformou-se os dados para kg ha⁻¹.

3.6.4. Produtividade dos principais componentes do óleo essencial

Foi obtida multiplicando-se a produtividade do óleo essencial pela percentagem média relativa do componente e transformou-se os dados para kg ha⁻¹.

3.7. Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, às médias obtidas foram submetidas à análise de regressão e o teste Tukey, para o efeito das doses de composto orgânico (BANZATTO; KRONKA, 1995).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas transplantadas para o campo se desenvolveram rapidamente a partir do segundo mês de plantio (Figuras 6, 7, 8 e 9). Em estágio vegetativo as plantas não apresentaram características sexuais diferenciais visíveis (Figura 8). Em comparação visual com plantas silvestres, as cultivadas apresentaram folhas mais largas e maior quantidade de ramos laterais e folhas. Notaram-se ciclos isolados de produção de flores e frutos em algumas plantas, com rápida e pouco intensa floração, começando na primeira semana de junho até a colheita em julho de 2010. As plantas masculinas (Figura 3) floresceram antes que as femininas (Figura 2) e produziram maior número de inflorescências.

As plantas se mostraram adaptadas às condições ambientais do experimento, que foram: solo de fertilidade média (Tabela 1); composto orgânico bioestabilizado (Tabela 2); clima predominante temperado quente, com chuvas no verão e seca no inverno; média da temperatura mínima de 15,79 °C ; média da temperatura máxima de 26,73 °C, média da temperatura média 21,19 °C; média da precipitação pluvial de 74,17 mm e irrigação até o solo atingir capacidade de campo, durante o experimento. O que pode justificar

os melhores resultados obtidos para altura (cm), diâmetro do caule (mm), diâmetro da copa (cm) e massa seca da parte aérea útil (kg ha⁻¹) (Figura 10, 11, 12 e 13) (Tabela 4 e 5).



Figura 6. e 7. *B. dracunculifolia* DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 68 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 60 cm de altura, Botucatu, SP, abril de 2010.



Figura 8. e 9. *B. dracunculifolia* DC. avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 120 DAT (dias após o transplante), com aproximadamente 1 metro de altura, Botucatu, SP, junho de 2010.

4.1. Características biométricas avaliadas na fase de campo

4.1.1 Altura

Para o parâmetro altura das plantas foi verificada diferença estatística significativa a 5%, pelo teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 4), na análise de regressão, nota-se aumento de 17,94 cm, em relação a dose 0 t ha⁻¹, (Figura 10), sendo a maior média de 135,52 cm, obtida na dose 50 t ha⁻¹.

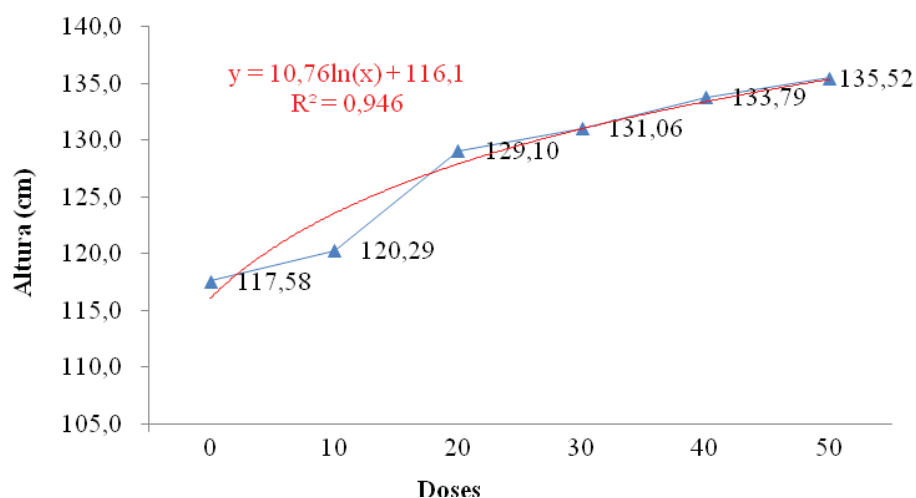


Figura 10. Altura de plantas (cm) de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

Tabela 4. Médias (teste Tukey) de altura (cm), diâmetro do caule (mm), diâmetro da copa (cm), de *B. dracunculifolia* avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP, 2010.

Doses	Altura (cm)	Diâmetro Caule (mm)	Diâmetro Copa (cm)
0	117,58 b	19,86 d	93,77 c
10	120,29 b	23,32 cd	99,08 bc
20	129,10 a	25,97 bc	106,58 ab
30	131,06 a	28,47 ab	109,67 ab
40	133,79 a	29,05 ab	110,10 a
50	135,52 a	29,87 a	111,69 a
P	0,001	0,001	0,001
CV (%)	2,95	5,86	4,43

4.1.2. Diâmetro do caule

Em relação ao diâmetro do caule foi verificada diferença estatística significativa a 5%, pelo teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 4), observa-se aumento de 10,01 mm, comparando com a dose 0 t ha⁻¹ (Figura 11), sendo a maior média de 29,87 mm, obtida na dose 50 t ha⁻¹.

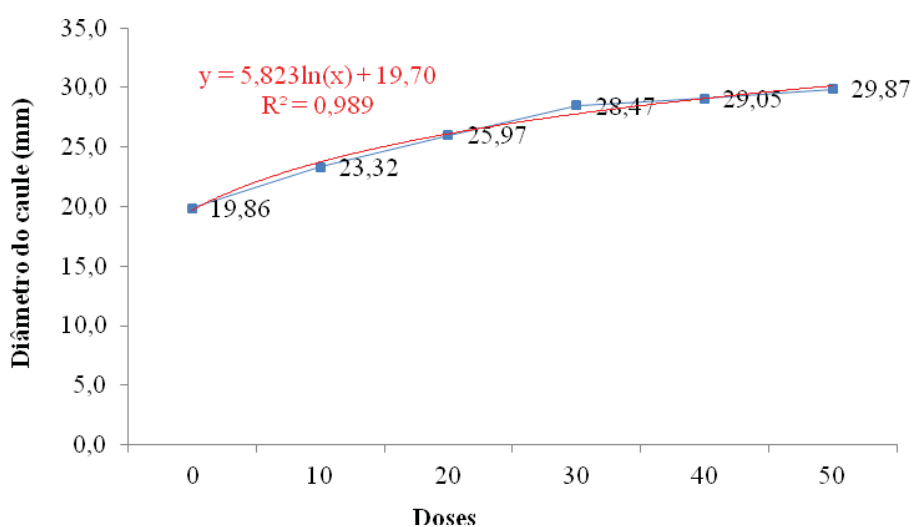


Figura 11. Diâmetro do caule (mm) de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

4.1.3. Diâmetro da copa

Como se pode observar na Figura 12, o diâmetro da copa, das plantas, em todos os tratamentos, aumento de 17,92 cm, comparado a dose 0 t ha⁻¹, sendo a maior média de 111,69 cm, obtida na dose 50 t ha⁻¹ e foi verificada diferença estatística significativa a 5%, pelo teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 4).

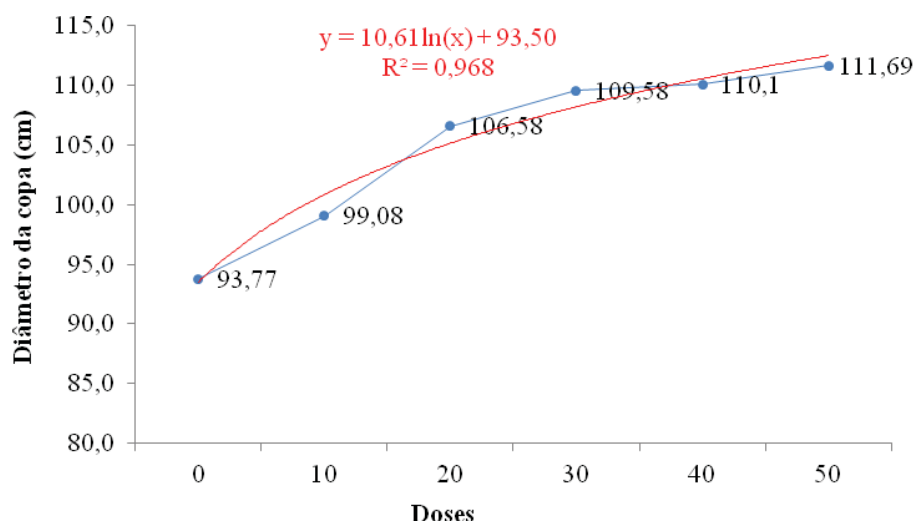


Figura 12. Diâmetro da copa (cm) de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

4.2. Características avaliadas ao final do ciclo e pós-colheita

4.2.1. Massa seca da parte aérea útil

A massa seca da parte aérea útil, apresentou diferença estatística, significativa, a 1% de probabilidade para o teste Tukey, entre as doses avaliadas ($P < 0,001$) (Tabela 5) e através da análise de regressão observou-se aumento na produção de 858,12 kg ha⁻¹ em função das diferentes doses de composto orgânico (Figura 13). A menor média foi de 508,56 kg ha⁻¹, sem o uso de composto orgânico e a maior média de 1.366,68 kg ha⁻¹, obtida na dose 50 t ha⁻¹. O melhor resultado de massa seca da parte aérea útil, pode ser explicado provavelmente, pela maior disponibilidade de nutrientes ocasionado pelas doses crescentes de composto orgânico.

Benedetti et al. (2009) observaram que a utilização de adubos, tanto orgânico quanto mineral, associados à correção do solo demonstrou eficiência em estimular o desenvolvimento de espinheira-santa, para a massa seca da parte aérea e que na ausência da calagem a adubação orgânica mostrou-se mais favorável em estimular o desenvolvimento das plantas.

Influência positiva das doses de adubação com esterco bovino e de galinha foi constatada por Costa (2008) sobre o acúmulo de biomassa seca, rendimento e composição química do óleo essencial de elixir paregórico, sendo que os maiores valores foram obtidos com a utilização de esterco bovino nas doses entre 8 e 10 kg m⁻² e esterco avícola nas doses entre 4 e 5 kg m⁻².

Conforme ocorreu aumento das doses de composto orgânico, maior foi a quantidade de nitrogênio fornecida e maior produção da parte aérea da planta, o que corrobora com os resultados obtidos por Chaves (2002) no primeiro corte de *Ocimum gratissimum*, afirmando que as doses crescentes de adubação orgânica, favoreceram o incremento na produção de caules, folhas e inflorescências. O efeito das doses de matéria orgânica no aumento de produção de fitomassa já foi registrado para *Hyptis suaveolens* (MAIA, 2006) atribuindo-se à crescente disponibilidade e à absorção de nutrientes. Entretanto, este comportamento não é constante, pois em *Justicia pectoralis* as doses de adubações orgânicas e minerais não influenciaram a produção de biomassa da planta (BEZERRA et al., 2006). Os adubos orgânicos além de nitrogênio, fósforo e potássio possuem outros nutrientes (Tabela 2) e a presença de todos estes nutrientes, no composto utilizado, pode ter influenciado no aumento linear da produção, desta característica analisada, neste trabalho.

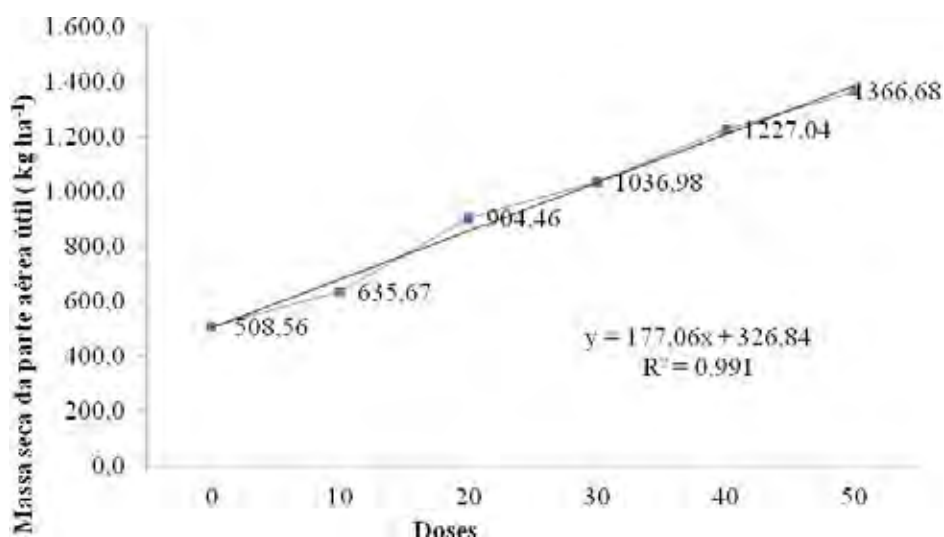


Figura 13. Produção de massa seca da parte aérea útil, em kg ha⁻¹ de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

Tabela 5. Médias (teste Tukey) da massa seca da parte aérea útil, teor de óleo essencial (%) e produtividade do óleo essencial, em kg ha⁻¹, de *B. dracunculifolia* avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP, 2010.

Doses	Massa seca da parte aérea útil (kg ha ⁻¹)	Teor de óleo essencial (%)	Produtividade do óleo essencial (kg ha ⁻¹)
0	508,56 d	0,32 a	1,62 c
10	635,67 d	0,34 a	2,18 bc
20	904,46 c	0,33 a	3,04 abc
30	1036,98 bc	0,40 a	4,17 a
40	1227,04 ab	0,31 a	3,87 ab
50	1366,68 a	0,26 a	3,57 ab
P	0,0001	0,1351	0,0026
CV (%)	11,69	19,84	26,03

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

4.2.2. Teor de óleo essencial

Em relação ao teor de óleo essencial (%) pôde-se observar que não houve diferença estatística significativa, para o teste Tukey, (P>0,05) (Tabela 5) entre as doses testadas. A equação que mais se adequou aos dados foi a obtida pelo ajuste da regressão polinomial (Figura 14) (R²=0,667). Observou-se o aumento gradativo nesta característica com o acréscimo da dose de composto orgânico, sendo que a dose avaliada que proporcionou maior teor em porcentagem de óleo essencial foi a de 30 t ha⁻¹ com 0,40 % de óleo essencial (incremento de 14% em relação à testemunha) e que um aumento da adubação a partir desse ponto causou diminuição neste parâmetro.

Esses resultados estão de acordo com o exposto por Ming (1994), que verificou aumento no rendimento de biomassa e decréscimo no teor de óleo essencial em *Lippia alba* à medida que se incorporava ao solo doses crescentes de esterco e com os resultados encontrados por Chaves et al. (1998) que também observaram aumento na produção de matéria seca da parte aérea em *Mentha arvensis* var. *piperacens* e *M. villosa* com o uso de 6 kg m⁻² de esterco bovino, enquanto o teor de óleo essencial reduziu progressivamente com o aumento das doses do esterco. Silva et al. (2006) demonstraram que

o teor de óleo essencial extraído da biomassa seca foliar aumentou com as doses de adubo, atingindo o valor máximo de 0,23g planta⁻¹ com 8,1kg m⁻² de esterco bovino e 0,31g planta⁻¹ com 4,0kg m⁻² de esterco avícola.

Resultado diferente foi observado por Nascimento e Fávero (2003), onde verificaram que o teor do óleo essencial da parte aérea (folhas e inflorescências) de *Ocimum basilicum* não foi influenciado pelas doses de matéria orgânica (húmus). Da mesma forma Santos e Innecco (2004) verificaram que a produção de óleo essencial em folhas *Lippia alba* também não foi influenciada pela adubação orgânica.

Segundo Sangwan et al. (2001), a aplicação de fertilizantes minerais ou orgânicos em plantas medicinais normalmente afeta a produtividade de óleos essenciais devido ao maior acúmulo de biomassa, o que pode explicar o aumento na produção de biomassa e o decréscimo no teor do óleo essencial neste estudo.

Estes dados demonstram que não há padrão na resposta das plantas, cultivadas com diferentes níveis de adubos orgânicos, evidenciando a necessidade de mais pesquisas, sobre adubação com composto orgânico, devido ao crescente interesse por informações sobre cultivo de plantas produtoras de metabólitos especializados.

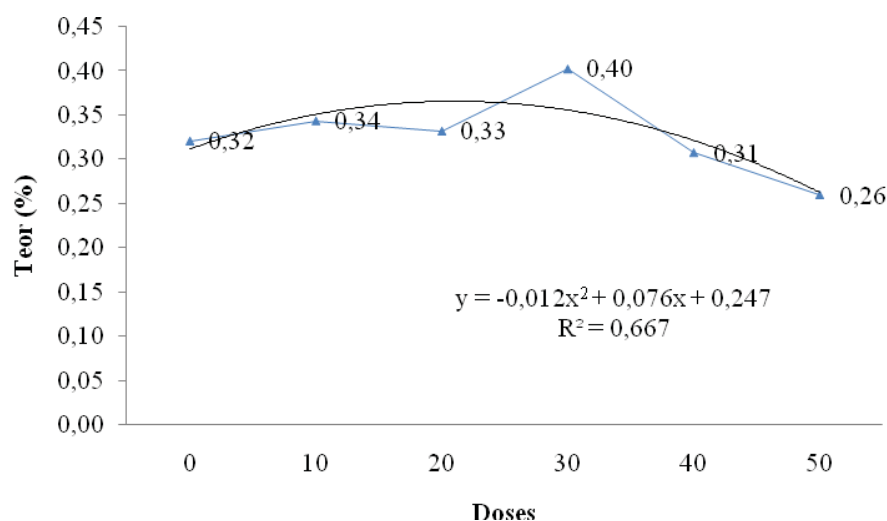


Figura 14. Teor de óleo essencial de folha de *B. dracunculifolia*, expresso em percentual, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹ aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

4.2.3. Produtividade do óleo essencial

Quanto à produtividade em kg de óleo essencial por hectare foi observada a mesma tendência que a característica teor de óleo essencial (%) (Figura 15), porém apresentou diferença estatística significativa entre as doses avaliadas, para o teste Tukey a 5% de probabilidade, ($P < 0,05$) (Tabela 5). Conforme o aumento das aplicações do composto orgânico houve incremento na produtividade de 2,55 kg ha⁻¹ a mais que a testemunha (0 t ha⁻¹), atingindo 4,17 kg de óleo ha⁻¹ quando utilizada 30 t ha⁻¹ de composto orgânico. Quando aplicados 40 e 50 t ha⁻¹ de composto orgânico as tendências das produtividades são decrescentes. O decréscimo na produtividade do óleo essencial pode ser atribuído como resposta ao equilíbrio nutricional, proporcionado pelo composto orgânico, que confere às plantas maior resistência ao ataque de pragas e doenças, e assim a planta não precisa de maior produção de óleo essencial.

Em estudos sobre a adubação orgânica em orégano, Corrêa et al. (2010) observaram que para o esterco bovino houve resposta linear, das doses, no teor e rendimento de óleo essencial. Para o esterco avícola a resposta foi quadrática tanto para o teor como para o rendimento de óleo essencial e concluíram que a adubação orgânica com esterco bovino e cama de aves influenciou significativamente a biomassa seca de plantas de orégano, no teor e na produtividade do óleo essencial. Os mesmos autores recomendam as doses de 12 kg m⁻² de esterco bovino e 4,37 kg de esterco de aves para obtenção de maiores teores e rendimento de óleo essencial de orégano.

Oliveira Júnior et al. (2005), estudando o efeito da adubação com e sem calagem interagida com adubação orgânica e química, mostraram que o teor de óleo essencial de arnica (*Lychnophora pinaster*) decresceu com a elevação da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Além de estar relacionada ao genótipo, a recomendação de adubos orgânicos visando teor e produtividade de óleo essencial depende da fonte e da dosagem.

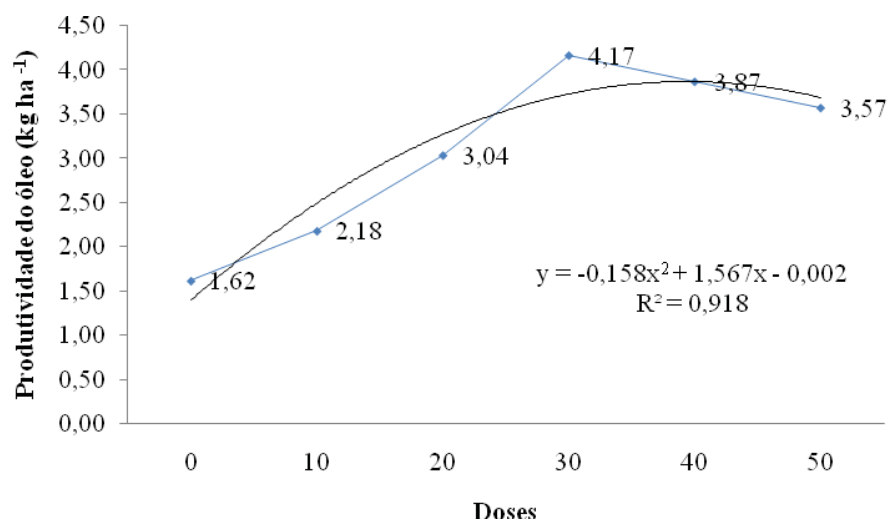


Figura 15. Produtividade de óleo essencial de folhas em kg ha⁻¹ de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), Botucatu, SP, 2010.

4.3. Caracterização química do óleo essencial

A análise cromatográfica do óleo essencial de *B. dracunculifolia* cultivada com doses crescentes de composto orgânico, detectou a presença de 28 substâncias, (Tabela 5). Sendo estas as identificadas: α -pineno, β -pineno, mirceno, limoneno, *E*-pinocarveol, mirtenol, *E*-cariofileno, β -santaleno, óxido de cabreuva B, γ -muuroleno, valenceno, δ -cadineno, isômero de nerolidol, *E*-nerolidol, espatulenol, óxido de cariofileno, globulol, khusimona, β -oplopenona, epi- α -cadinol, α -murolol, cubenol, 14-hidroxi-(z)-cariofileno e eudesma-4(15),7-dien-1 β -ol, com predominância dos sesquiterpenos *E*-nerolidol e espatulenol, com porcentagem relativa média de 33,81% e 18,96% respectivamente (Tabela 6 e Figura 16). Os vários compostos presentes no óleo essencial de alecrim-do-campo, como o *E*-nerolidol, espatulenol, δ -cadineno, β -pineno, globulol entre outros mostram que os compostos identificados neste trabalho estão de acordo com a literatura Loayza et al. (1995); Ferracini et al. (1995); Queiroga (1989).

Os constituintes químicos do óleo essencial das folhas (Tabela 6) demonstram que o alecrim-do-campo tem no seu metabolismo secundário, a presença da via biossintética do mevalonato (SIMÕES, 2007), da qual se originaram os terpenóides. Há pelo

menos duas vias envolvidas na biossíntese dos terpenóides: uma via citosólica ou rota do mevalonato (MVA) e outra plastidial ou rota 5-fosfato de 1-desoxi-D-xilulose (DXP). Ambas conduzem à produção de isômeros de isopreno, o difosfato de isoprentenila (IPP) e/ou o difosfato de gama, gama-dimetilalila (DMAPP), os quais constituem os monômeros a partir dos quais se originaram os diferentes terpenóides. A partir da condensação de uma molécula de IPP com DMAPP forma-se o difosfato de geralina (GPP), precursor dos monoterpénóides. A condensação de uma nova molécula de IPP e do GPP leva ao precursor dos sesquiterpenóides, difosfato de farnesila (FPP) (BOUVIER et al. 2005; DEWICK, 2002).

Nota-se que não existe uma tendência uniforme na variação da percentagem média relativa dos metabólitos especializados, em função das doses crescentes de composto orgânico (Tabela 6), visto que as principais substâncias (γ -muuroleno, valenceno, δ -cadineno, *E*-nerolidol, espatulenol e óxido de cariofileno) são sesquiterpênicas originadas pela mesma rota metabólica, não havendo priorização para formação de um ou outro metabólito. Os componentes γ -muuroleno e valenceno obtiveram o melhor resultado na dose 10 t ha⁻¹; já o δ -cadineno obteve o melhor resultado na dose 20 t ha⁻¹; o *E*-nerolidol obteve o melhor na dose 30 t ha⁻¹ e responderam positivamente ao estress nutricional as substâncias espatulenol e óxido de cariofileno com a maior média para a dose 0 t ha⁻¹.

Tabela 6. Composição química (% média relativa), do óleo essencial de *B. dracunculifolia* avaliada em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP, 2010.

Substâncias (%)	Tratamentos (t ha ⁻¹)						Ikcal	Iklit
	0	10	20	30	40	50		
α -pineno	1,01	1,68	1,50	2,66	1,90	1,89	932	939
β -pineno	1,93	2,00	2,70	2,50	2,57	2,80	975	979
mirceno	tr	0,44	tr	0,43	0,32	0,34	988	990
limoneno	1,15	1,41	1,70	1,89	1,72	2,11	1026	1029
<i>E</i> -pinocarveol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1135	1139
mirtenol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1193	1195
<i>E</i> -cariofileno	3,31	3,70	3,52	3,13	3,54	2,86	1417	1419
β -santaleno	tr	tr	0,61	0,53	0,50	0,64	1458	1459
óxido de cabreuva B	0,80	0,93	1,05	0,98	0,95	1,08	1474	1464
γ -muuroleno	5,51	6,04	5,53	5,26	4,99	4,15	1478	1477
valenceno	5,51	5,81	5,06	4,89	4,99	4,62	1493	1496
δ -cadineno	3,64	3,81	4,21	3,67	3,50	3,53	1520	1523
N.I. *	0,92	1,00	1,21	1,11	1,25	1,74	1531	1529
N.I.*	0,48	tr	tr	tr	tr	tr	1551	1561
isômero de nerolidol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1558	1563
<i>E</i> -nerolidol	32,06	32,40	33,09	37,57	34,19	33,52	1563	1563
espatulenol	21,65	19,20	17,99	17,17	18,40	19,34	1576	1567
óxido de cariofileno	6,35	5,59	5,58	4,89	5,81	5,58	1581	1583
globulol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1589	1590
khusimona	2,31	2,27	2,22	1,82	2,27	2,59	1600	1604
β -oplopenona	1,12	0,80	0,77	0,64	0,72	0,71	1606	1607
N.I.*	0,59	0,66	0,67	0,56	0,60	0,73	1634	-
N.I. *	0,69	tr	tr	tr	tr	0,61	1625	-
epi- α -cadinol	1,88	2,03	2,27	1,97	2,28	2,40	1638	1640
α -murolol	tr	0,70	tr	tr	tr	tr	1642	1646
cubenol	2,49	2,46	2,99	2,41	2,93	2,86	1638	1640
14-hidroxi-(z) cariofileno	tr	tr	tr	tr	0,63	tr	1666	1667
eudesma-4(15),7-dien-1 β -ol	1,09	1,23	1,39	1,34	1,26	1,37	1682	1688

*N.I.: substância não identificada pelas bibliotecas consultadas e índice de retenção. IRcal = índice de retenção de Kovats calculado; IRLit = índice de retenção de Kovats da literatura; tr < 0.4.

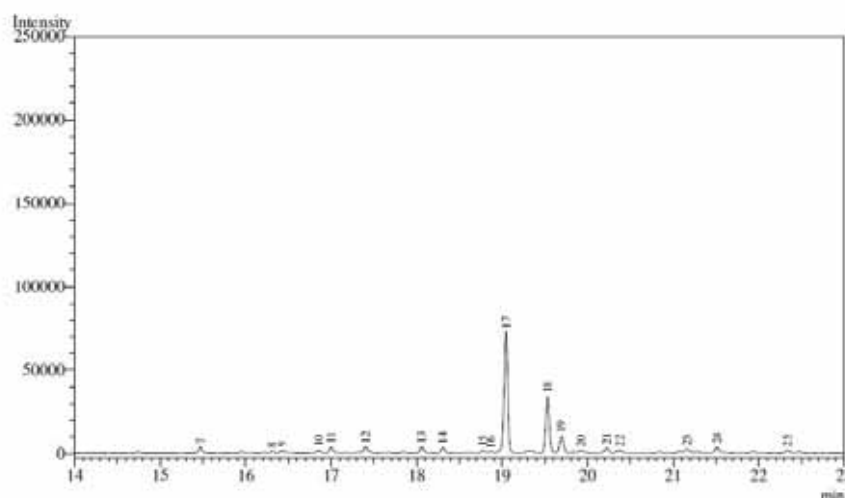


Figura 16. Cromatograma de Íons Totais (CG-EM) e composição das substâncias majoritárias, sendo 17: *E*-nerolidol, 18: espatulenol, presentes no óleo essencial de folhas de *B. dracunculifolia* avaliada em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹ aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

4.4. Produtividade dos principais componentes do óleo essencial

Os terpenóides, em especial mono e sesquiterpenóides, apresentam diversas funções nos vegetais. Proteção contra herbívoros, agentes microbianos e atração de polinizadores são as funções mais conhecidas. Outras funções ainda pouco elucidadas para a maioria dos derivados isoprênicos, dizem respeito a efeitos de termo-proteção, proteção a danos oxidativos, foto-respiração à altas temperaturas e baixas concentrações de O₂, alelopatia e foto-proteção (OWEN, 2005).

Plantas medicinais oriundas de cultivo orgânico são mais resistentes a pragas e doenças, reduzindo-se a necessidade de controle fitossanitário (BOX, 1973). Portanto a adubação orgânica favorece maior resistência ao ataque de pragas e doenças e isso pode justificar a resposta quadrática observada na produtividade dos principais componentes do óleo essencial de alecrim-do-campo, pois, como já discutido neste trabalho, o decréscimo na produtividade pode ser atribuído como resposta ao equilíbrio nutricional, proporcionado pelo composto orgânico, e assim a planta não precisa de maior produção de compostos para sua defesa.

Para o componente sesquiterpênico γ -muuroleno (Tabela 7 e Figura 17) verificou-se diferença estatística significativa entre as doses avaliadas, para o teste Tukey a 5% de probabilidade, ($P < 0,05$) e através da análise de regressão observou-se o aumento gradativo na produtividade deste composto com o acréscimo da dose de composto orgânico, sendo que a dose avaliada que proporcionou maior produtividade foi a de 30 t ha⁻¹ com 0,22 kg ha⁻¹, o que proporcionou incremento de 0,13 kg ha⁻¹ em relação à testemunha, e que um aumento da adubação a partir desse ponto causou diminuição neste componente.

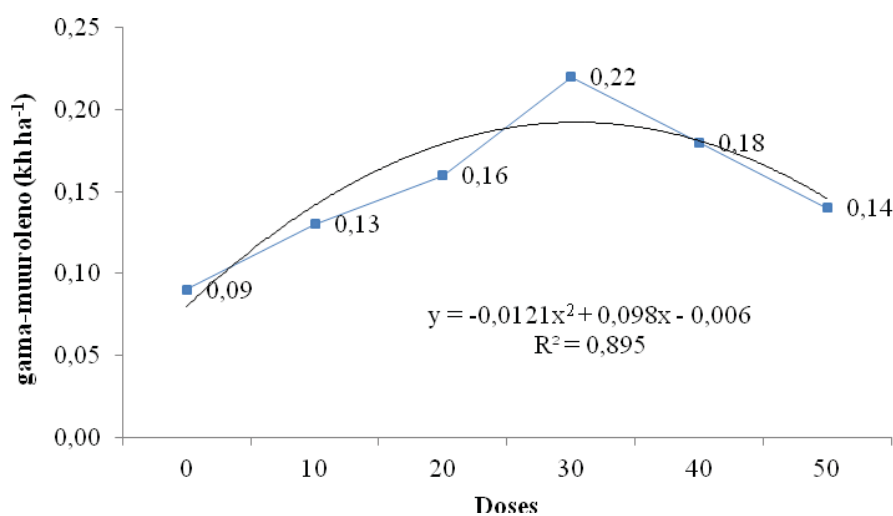


Figura 17. Produtividade em kg ha⁻¹ do componente γ -muuroleno, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

Tabela 7. Médias (teste Tukey) de produtividade em kg ha⁻¹ dos principais componentes do óleo essencial de *B. dracunculifolia* avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP, 2010.

Doses	gama-muuroleno	valenceno	sigma-cadineno	<i>E</i> -nerolidol	espatulenol	óxido de cariofileno
0	0,09 c	0,09 c	0,06 c	0,51c	0,35 b	0,11 b
10	0,13 bc	0,13 bc	0,08 bc	0,70 bc	0,42 ab	0,12 ab
20	0,16 ab	0,15 abc	0,12 ab	1,04 abc	0,54 ab	0,16 ab
30	0,22 a	0,20 a	0,15 a	1,56 a	0,72 a	0,20 ab
40	0,18 ab	0,18 ab	0,13 ab	1,36 ab	0,72 a	0,23 a
50	0,14 bc	0,16 abc	0,12 ab	1,21 abc	0,69 ab	0,20 ab
P	0,001	0,0017	0,0011	0,0068	0,0152	0,0256
CV (%)	21,17	20,42	22,34	33,57	27,19	29,72

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (P>0,05).

O sesquiterpeno valenceno apresentou diferença estatística significativa entre as doses avaliadas, para o teste Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05) e foi observada a mesma tendência que na produtividade do componente γ -muuroleno, entretanto menos acentuada (Tabela 7 e Figura 18). Conforme o aumento das aplicações do composto orgânico houve incremento na produtividade de 0,11 kg ha⁻¹ a mais que a testemunha (0 t ha⁻¹), atingindo 0,20 kg ha⁻¹ quando utilizada 30 t ha⁻¹ de composto orgânico. Quando aplicados 40 e 50 t ha⁻¹ de composto orgânico a tendência da produtividade, deste componente, é decrescente.

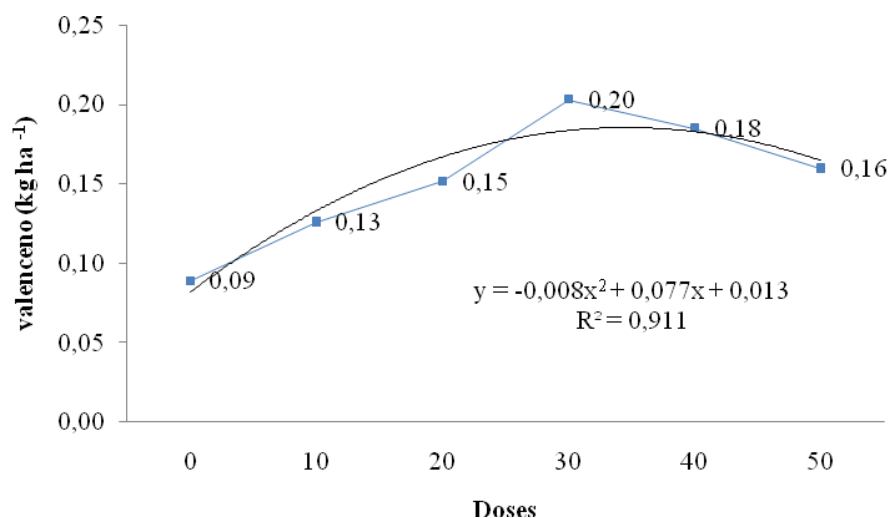


Figura 18. Produtividade em kg ha⁻¹ do componente valenceno, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

Na produtividade do componente sesquiterpênico δ -cadineno (Tabela 7 e Figura 19) verificou-se diferença estatística significativa entre as doses avaliadas, para o teste Tukey a 5% de probabilidade, ($P < 0,05$). Através da análise de regressão observou-se o aumento gradativo na produtividade deste composto com o acréscimo da dose de composto orgânico, sendo a dose avaliada que proporcionou maior produtividade foi a de 30 t ha⁻¹ com 0,15 kg ha⁻¹, incremento de 0,09 kg ha⁻¹ em relação à testemunha, e que um aumento da adubação a partir desse ponto causou diminuição neste componente.

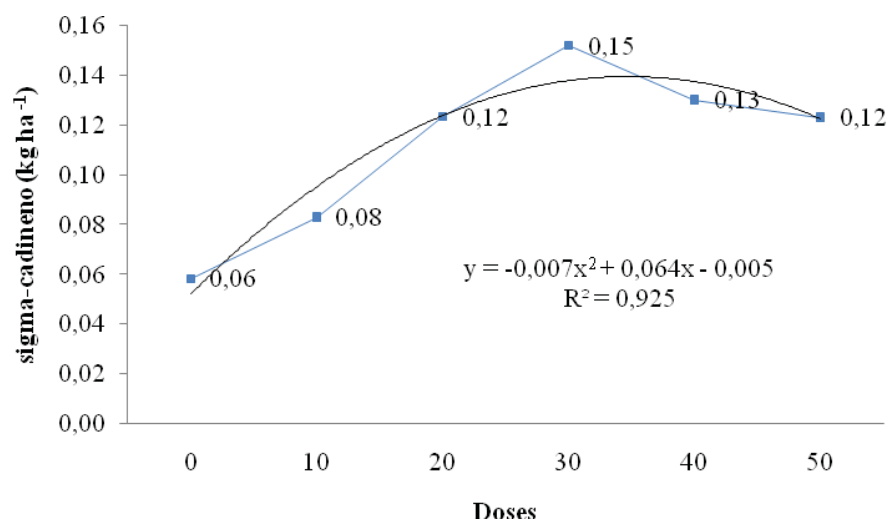


Figura 19. Produtividade em kg ha^{-1} do componente δ -cadineno, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha^{-1} , aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

O sesquiterpeno *E*-nerolidol apresentou o percentual mais elevado em relação aos demais de 32,06 a 37,57 % (Tabela 5), diferiu estatisticamente a 5% de probabilidade para o teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 7) e a dose 30 t ha^{-1} apresentou o melhor resultado com 1,56 kg ha^{-1} , sendo 1,05 kg ha^{-1} superior a dose 0 t ha^{-1} que apresentou 0,51 kg ha^{-1} deste componente (Figura 20).

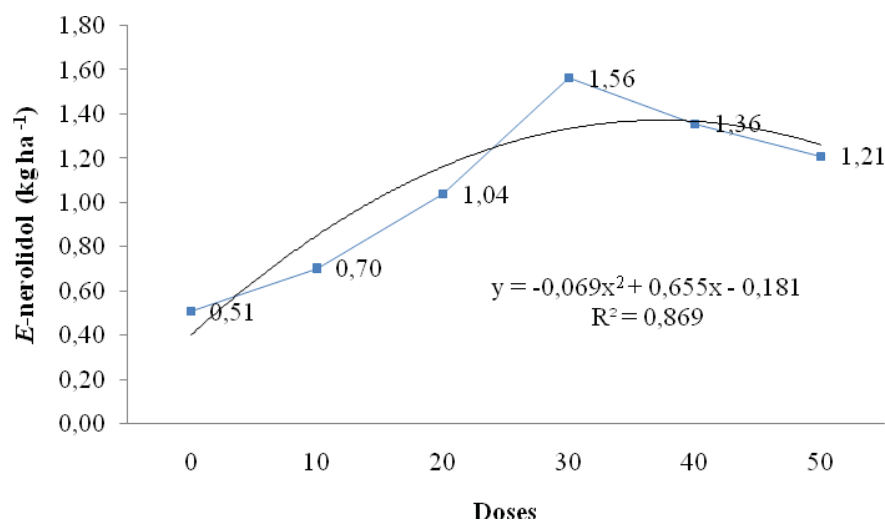


Figura 20. Produtividade em kg ha⁻¹ do componente *E-nerolidol*, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

Para o componente sesquiterpênico espatulenol houve diferença estatística a 5% de probabilidade para o teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 7), com os melhores resultados para as doses 30 e 40 t ha⁻¹ com 0,72 kg ha⁻¹ sendo 0,37 kg ha⁻¹ superior a dose 0 t ha⁻¹ (Figura 21).

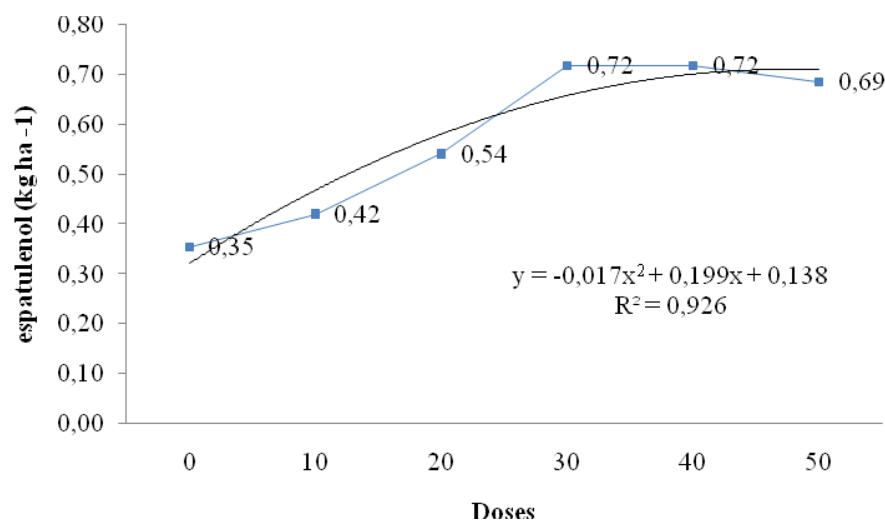


Figura 21. Produtividade em kg ha⁻¹ do componente espatulenol, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

A produtividade do sesquiterpeno óxido de cariofileno apresentou o melhor resultado com 0,23 kg ha⁻¹ quando utilizada a dose 40 t ha⁻¹, sendo 0,12 kg ha⁻¹ superior a dose 0 t ha⁻¹. Houve diferença estatística a 5% de probabilidade para o teste Tukey ($P < 0,05$) (Tabela 7 e Figura 22).

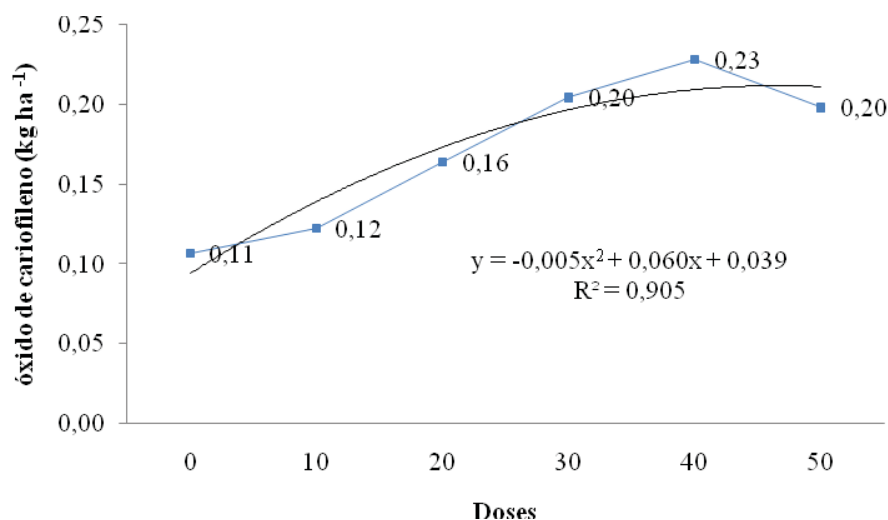


Figura 22. Produtividade em kg ha⁻¹ do componente óxido de cariofinelo, do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, avaliadas em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹, aos 150 DAT (dias após o transplante), cultivadas em Botucatu, SP.

Os três componentes sesquiterpênicos, *E*-nerolidol, espatulenol e óxido de cariofileno, perfazem 58,44 % da média relativa da composição química do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, composto pela presença de 28 substâncias, evidenciando a importância destes e consequentemente a importância dos resultados discutidos anteriormente.

Os três componentes γ -muuroleno, valenceno e δ -cadineno perfazem 14,12% da média relativa da composição química do óleo essencial de *B. dracunculifolia*. Somados aos compostos *E*-nerolidol, espatulenol e óxido de cariofileno perfazem o total de 72,56% da média relativa da composição química do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, composto pela presença de 28 substâncias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de plantas de uso medicinal é desafiador, pois, se for considerado apenas o estado nutricional e que para as principais culturas alimentares, de certa forma já se dominam métodos e técnicas de avaliação, deste, em contraste quase não há conhecimento sobre adubação de plantas de uso medicinal.

Interessante notar que para a avaliação do estado nutricional das plantas destinadas a alimentação, apenas a comparação entre a amostra e o padrão é suficiente, enquanto que para as plantas de uso medicinal, seus princípios ativos são armazenados em estruturas especializadas, e somente após a colheita será quantificada a sua produção, que é alterada conforme os fatores bióticos e abióticos que regulamentam todo o processo que envolve o metabolismo especializado. Então fica claro que há muito para aprender, sendo este um campo aberto para pesquisa.

Na realização deste trabalho pode-se constatar também que ainda há poucas pesquisas com espécies, de uso medicinal, principalmente arbustivas, e em relação à adubação orgânica.

Para a realização de trabalhos futuros com alecrim-do-campo, utilizando doses crescentes de composto orgânico, sugere-se:

1. Ao invés de colher a planta toda, colher só os caules com folhas, diminuirá o volume de trabalho e os custos.
2. Espaçamento maior que 1 x 1 metros entre plantas e entre linhas, para facilitar as avaliações de campo e a realização dos tratos culturais.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados, entretanto, este estudo é só o início das possibilidades de resposta que o alecrim-do-campo pode fornecer, quando cultivado com doses crescentes de composto orgânico. Constata-se, portanto, que o presente trabalho não exauriu as informações sobre a adubação orgânica para esta espécie e sugere-se que as pesquisas continuem com maior aprofundamento dos resultados até aqui obtidos.

6. CONCLUSÕES

Nas condições de Botucatu – SP e através dos resultados do cultivo de *B. dracunculifolia* avaliada em doses crescentes de composto orgânico: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹ conclui-se que:

1. Para os parâmetros altura, diâmetro do caule, diâmetro da copa e fitomassa seca da parte aérea útil, a dose 50 t ha⁻¹ apresentou o melhor resultado, porém no cultivo de plantas, de uso medicinal, outros aspectos devem ser considerados como os apresentados abaixo.
2. No teor de óleo essencial pôde-se observar que não houve diferença estatística significativa, porém a dose 30 t ha⁻¹ apresentou o melhor resultado.
3. Para a variável produtividade do óleo essencial, as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 30 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado.
4. Na produtividade do componente gama-muuroleno as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 30 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado. Compostos sesquiterpênicos possuem atividades como inibidores de germinação e crescimento radicular, sobre diversas espécies vegetais, o que pode viabilizar o

desenvolvimento de produtos para o controle de plantas invasoras, e consequentemente tornar este resultado importante.

5. Na produtividade do componente valenceno as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 30 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado. Compostos voláteis sesquiterpênicos possuem atividades antibacterianas, fungicidas e inseticidas e este resultado pode ser importante para a produção deste composto.

6. Na produtividade do componente sigma-cadineno as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 30 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado. Este componente é precursor do gossipol, composto que atua na defesa química das plantas, e este resultado pode ser importante caso haja interesse na produção deste composto.

7. Na produtividade do componente trans-nerolidol as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 30 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado. Este resultado é de grande interesse para a indústria farmacêutica, por suas propriedades antineoplásicas, inibitória do crescimento do agente causador da malária e do agente causador da leishmaniose tegumentar americana, importante para a indústria alimentícia, por suas características flavorizantes, e também para a indústria de fragrâncias, pois o óleo essencial da *B. dracunculifolia* DC. é considerado perfume exótico e fixador natural, fundamental na composição dos perfumes, sendo exportado como matéria-prima para confecção de perfumes. O *E*-nerolidol é componente majoritário do óleo essencial, isso pode indicá-lo como o maior responsável pelas propriedades odoríferas intensas.

8. Se o objetivo no cultivo de *B. dracunculifolia* for o componente espatulenol, as dosagens 30 e 40 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado, sendo a recomendação 30 t ha⁻¹. Para a indústria de fragrâncias este resultado é relevante pois sendo este composto componente majoritário também pode ser o responsável pelas propriedades odoríferas intensas. Resultado importante também para a indústria farmacêutica por apresentar propriedades antibacterianas.

9. Para a produtividade do componente óxido de cariofileno as dosagens estudadas influenciaram as plantas, que na dose 40 t ha⁻¹ obtiveram o melhor resultado. Este composto possui atividade anticarcinogênica este resultado é de grande importância para a indústria farmacêutica.

10. Ao observar as respostas das plantas às doses crescentes de composto orgânico, deve-se considerar além da produção de fitomassa, principalmente, a produção dos teores de óleo essencial, a produtividade do óleo essencial, bem como os fatores econômicos e com isso a dose 30 t ha⁻¹ é a recomendação, para os resultados deste estudo, com exceção do componente óxido de cariofileno que obteve o melhor resultado na dose 40 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2001. 451 p.

ALMEIDA, L. F. R. et al. Composição do óleo essencial de rubim (*Leonurus sibiricus* L. - Lamiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 35-38, 2005.

ARAÚJO, A. M.; FERNANDES, G. W.; BEDÊ, L. C. Influência do sexo e fenologia de *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) sobre insetos herbívoros. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 347-353, 1995.

ARCAMONE, F.; CASINELLI, G.; GASAZZA, A. M. New antitumor drugs from plants. **Journal Ethnopharmacological**, Shanon, v. 2, p. 149-160, 1980.

ARISAWA, M. et al. Plant anticancer agents 36. Schottenol. Glucoside from *Baccharis coridifolia* and *Ipomopsis aggregate*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 51, n. 6, p. 544-545, 1985.

ARRUDA, D. C.; D'ALEXANDRI, A. M. K.; ULIANA, S. R. B. Antileishmanial activity of the terpene nerolidol. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Bethesda, v. 49, n. 5, p. 1679-1687, 2005.

AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro - RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2006.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 1995. 247 p.

BARROSO, G. **Estudo das espécies de *Baccharis* ocorrentes no Brasil**. 1973. 284 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1973.

BARROSO, G. Compositae: subtribo *Bacchariridinae* Hoffman. Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 7-273, 1976.

BASTOS, E. M. A. F. **Origem botânica e indicadores de qualidade da “própolis verde” produzida no Estado de Minas Gerais, Brasil**. 2001. 137 f. Tese (Doutorado em Entomologia)-Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

BASTOS, E. M. Pesquisa revela o potencial da própolis verde, característica de Minas Gerais. **Minas Faz Ciência**, Belo Horizonte, n. 9, p. 14-17, 2002.

BASTOS, E. M.; OLIVEIRA, V. D. C.; SOARES, A. E. E. Microscopic characterization of the green propolis, produced in Minas Gerais. **Honeybee Science**, Tokyo, v. 21, n. 4, p. 179-180, 2000.

BENEDETTI, E. L. Calagem e adubação no crescimento de Espinheira-santa [*Maytenus ilicifolia* (Schrad.) Planch.] em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 269-276, 2009.

BEZERRA, A. M. E. et al. 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.

BOLDT, P. E. ***Baccharis* (Asteraceae), a review of its taxonomy, phytochemistry, ecology, economic status, natural enemies and the potential for its biological control in the United States**. Texas: Texas Agricultural Experiment Station, 1989. 32 p.

BOUVIER, F.; RAHIER, A.; CÂMARA, B. Biogenesis, regulamentação molecular e função dos isoprenóides nas plantas. **Progress Lipid Research**, Oxford, v. 44, p. 357, 2005.

BOX, M. **Cultivo de plantas medicinais**. Madri: Labor, 1973. 490 p.

BROWER, L. P.; GLAZIER, S. C. Localization of heart poisons in the monarch butterfly. **Science**, Washington, DC, v. 188, p. 19-25, 1975.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.

CAMBRAIA, J. **Estresses ambientais danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPEI, 2005. 500 p.

CASTRO, M. M. **Estruturas secretoras em folhas de espécies da família Asteraceae: aspectos estruturais e histoquímicos**. 1987. 247 f. Tese (Doutorado em Botânica)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

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 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CHAVES, F. C. M.; MATTOS, S. H.; INNECCO, R. Adubação orgânica em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds). **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 1, 1998. Resumo, 070.

COLEVATTI, R. G.; SPERBER, C. F. The gall maker *Neopelma baccharis* Burck. (Homoptera: Psyllidae) on *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae): individual, local, and regional patterns. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 26, n. 1, p. 45-53, 1997.

CORRÊA, R. M. et al. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 80-89, 2010.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, C. L.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 126 p.

COSTA, A. G. L. C. **Estudo químico de *Baccharis dracunculifolia* DC. e sua correlação com a própolis de uma microrregião de Campos Gerais do Paraná**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Química)-Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

COSTA, L. C. B. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, 2008.

CRAVEIRO, A. A. et al. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: UFC, 1981. 210 p.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CROTEAU, R.; GERSHENZON J.; TURNER, W. G. Development of peltate glandular trichomes of peppermint. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 124, p. 665-679, 2000.

CUNHA, A. R. et al. Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1999. p. 490-491.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. New York: John Wiley, 2002. 507 p.

EISNER, T. et al. Defensive use by an insect of a plant resin. **Science**, Washington, DC, v. 184, p. 996-999, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ESPIRITO SANTO, M. M. et al. Tannins in *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae): effects of seasonality, water availability and plant sex. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 167-174, 1999.

FENNER, R. et al. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 369-374, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v42n3/a07v42n3.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2011.

FERRACINI, V. L. et al. Essential oils of seven brazilian *Baccharis* species. **The Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 7, p. 355-367, 1995.

FERRAZ, E. O. et al. Tipos e doses de adubação orgânica no teor e rendimento de óleo essencial de *Achillea millefolium* L. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

FERRONATTO, R. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 17, p. 224-230, 2007.

FLÜCK, H. The influence of the soil on the content of active principles in medicinal plants. **The Journal of Pharmacy and Pharmacology**, London, v. 6, n. 1, p. 153-163, 1954.

FREISE, F. W. 1933. Plantas medicinais brasileiras. **Boletim de Agricultura**, São Paulo, v. 34, p. 252-494, 1933.

FRIZZO, C. D. et al. Extração supercrítica do óleo essencial de planta nativa do gênero *Baccharis*. In: INTERAMERICAN CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING, 19.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 12.; BRAZILIAN CONGRESS OF PHASE EQUILIBRIUM AND FLUID PROPERTIES FOR CHEMICAL PROCESS DESIGN, 1., 2000, Águas de São Pedro. **Anais eletrônicos...** Águas de São Pedro, 2000. Disponível em: <dpi.eq.ufrj.br/Anais_A/COBEQ_2000/pdf/243.pdf>. Acesso em: 14 maio 2011.

FUKUDA, M. et al. Studies on the constituents of the leaves of *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) and their cytotoxic activity. **Pharmaceutical Society of Japan**, China, v. 54, n. 10, p. 1465-1468, Aug. 2006.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Publicação trimestral da Fundação de Amparo do Estado de Minas Gerais. **Minas Faz Ciência**, Belo Horizonte, n. 9, 2002.

FURLANI, A. M. G. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.

GOTTLIEB, O. R. Evolução e função de óleos essenciais. In: SIMPÓSIO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 1., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. p. 175-191.

HARBONE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. 3rd ed. London: Academic Press, 1988. 356 p.

HELLWING, F. H. Studies on the trichomes of some Asteraceae (compositae). **Flora**, London, v. 186, n. 6, p. 425-444, 1992.

HERZ, W. et al. New ent-clerodane-type diterpenoids from *Baccharis trimera*. **Journal of Organic Chemistry**, Washington, DC, v. 42, p. 3913-3917, 1977.

HUFF, G. F. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 821 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Editora do Autor, 2002. 171 p.

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

KUPCHAN, S. Baccharin, a novel potent antileukemic trichothecene triepoxide from *Baccharis megapotamica*. **Journal of the American Chemical Society**, Washington, DC, v. 98, p. 70992-70993, 1976.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais**. Brasília, DF: Ministério de Agricultura, 1988. 104 p.

LAWRENCE, B. Vassoura oil. **Perfum and Flavor**, Wheaton, v. 5, n. 1, p. 94-95, 1984.

LICHTENTHALER, H. K. The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 47-65, 1999.

LIMBERGER, R. P. et al. Óleos voláteis de espécies de *Myrcia* nativas do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 916-919, 2004.

LOAYZA, I. et al. Essential oils of *Baccharis salicifolia*, *B. latifolia* and *B. dracunculifolia*. **Phytochemistry**, New York, v. 38, n. 2, p. 381-389, 1995.

LOPES, R. C. **Caracterização isozimática, divergência genética e produção de óleo essencial em acessos de *Polygonum punctatum* Ell.** 1997. 91 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

LOPES, A. S.; GUIMARÃES, P. T. G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4a. aproximação.** Lavras: CFSEMG. 1989. 176 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 511 p.

LUIS, I. T. Porque hay en América del Sur dos centros de expansión de las *Baccharidinarum* (Compositae). **Contribuições do Instituto Geobiológico La Salle**, Canoas, v. 5, n. 1, p. 1-13, 1955.

MACEDO, C. S. et al. Characterization of the isoprenoid chain of coenzyme Q in *Plasmodium falciparum*. **FEMS Microbiology Letters**, Oxford, v. 207, n. 1, p. 13-20, 2002.

MACIEL, M. A. M. et al. Medicinal plants: the need for multidisciplinary scientific studies. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 429-438, 2002.

MAIA, S. S. S. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae).** 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MALAGARRIGA HERAS, R. D. P. Nomenclature *Baccharidinarum omnium*. **Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, Caracas, v. 38, n. 107, p. 129-224, 1977.

MALAVOLTA, G. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1979. 255 p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: NOBEL, 2002. 200 p.

MANN, J. **Secondary metabolism**. 2nd ed. Oxford: Clarendon, 1987. 374 p.

MARTINS, E. R. **Morfologia interna e externa, caracterização isozimática e óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth.** 1996. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 220 p.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2000. 346 p.

MATTOS, J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília, DF: UNB, 1989. 19 p.

MCLAFFERTY, F. W.; STAUFFER, D. **The wile/NBS registry of mass spectral data**. New York: John Wiley, 1989. v. 1-6.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. London: Oxford University, 1950. v. 2.

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 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.

MING, L. C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia Alba*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 49-52, 1994.

MING, L. C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia Alba* (Mill.) N. E.Br. - Verbenaceae. In: MING, L.C. et al. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: UNESP, 1998. p. 165-192.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Brasília, DF, 2007. 141 p.

NAGATANI, Y; WARASHINA, T.; NORO, T. Studies on the constituents from the aerial part of *Baccharis dracunculifolia* DC. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 49, n. 11, p. 1388-1394, Apr./Jul. 2001.

NAGATANI, Y; WARASHINA, T; NORO, T. Estudos sobre os componentes da parte aérea de *Baccharis dracunculifolia* DC II. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 50, n. 5, p. 583-589, May 2002.

NASCIMENTO, C. M. E.; FÁVERO, S. Acumulação de biomassa e óleo essencial de *Ocimum basilicum* sob diferentes doses de matéria orgânica em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, 2003. Suplemento. 1 CD-ROM.

NESOM, G. L. *Baccharis* monóica (Compositae: Asteraceae), a monoecious species of the *B. salicifolia* complex from Mexico and Central America. **Phytologia**, Huntsville, v. 65, n. 2, p. 160-164, 1988.

OLIVEIRA JUNIOR, A. C. et al. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 735-739, 2005.

OWEN, S. M.; PEÑUELAS, J. Opportunistic emissions of volatile isoprenoids. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 10, p. 420-426, 2005.

PARK, Y. K. et al. Evaluation of brazilian propolis by both physicochemical methods and biological activity. **Honeybee Science**, Tamagawa, v. 21, n. 2, p. 85-90, 2000.

PARK, Y. K. et al. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 52, p. 1100-1103, 2004.

PAVAN, A. G. *Baccharis trimera* Less. (Carqueja amarga) uma planta da medicina popular brasileira. **Boletim da Faculdade de Farmácia e Odontologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 205-214, 1952.

PETERSON, S. C.; JOHNSON, N. D.; LEGUYADER, J. L. Defensive regurgitation of allelochemicals derived from host cyanogenesis by eastern tent caterpillars. **Ecology**, Tempe, v. 68, n. 5, p. 1268-1272, 1987.

PINTO, J. E. B. P. et al. **Plantas medicinais**. Lavras: UFLA, 1999. 74 p. (Boletim técnico, n. 58). Disponível em: <<http://br.geocites.com/horticultura1>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

QUEIROGA, C. L. **Estudo fitoquímico do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia***. 1989. 193 f. Dissertação (Mestrado em Química)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: POTAFÓS, 1991. 343 p.

RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, 1999. 322 p.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. D. E. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do Cerrado na região do alto Rio Grande - Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, 2001.

SALES, J. F et al. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* EPL.) cultivado sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 60-68, jan./fev. 2009.

SAMPIETRO, D. A. Alelopatia: conceito, características, metodologia de estudo e importância. Disponível em: <<http://fai.enne.edu.ar/biologia/alelopatia/alelopatia.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

SANGWAN, N. S. et al. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 6, n. 34, p. 3-21, 2001.

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

SANTOS, E. A. M.; PÊGO, K. P.; MARTINS, E. R. Efeitos da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.) em Montes Claros - MG. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7., Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UFMG, 2001. p. 7.

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.

SCHEFFER, M. C.; RONZELLI JÚNIOR, P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais da *Achillea millefolium* L. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11., 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: SBPM, 1990. p. 4.12.

SCHNEPF, E. Gland cells. In: ROBARDS, A. W. (Ed.). **Dynamic aspects of plant ultrastructure**. London: McGraw Hill, 1974. 546 p.

SCHOONHOVEN, L. M.; JERMY, T.; LOVEN, J. J. A. **Insect-plant: from physiology to evolution**. London: Chapman & Hall, 1998. 421 p.

SILVA, N. C. C. **Estudo comparativo da ação antimicrobiana de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais e sinergismo com drogas antimicrobianas**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Parasitas e Microrganismos)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, F. G. et al. Crescimento e rendimento de óleo essencial de carqueja amarga em casa de vegetação, com adubação orgânica e química. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, 2001. Suplemento. 1 CD-ROM.

SILVA, F. G. et al. Influence of manure and fertilizer on *Baccharis trimera* (Less) D. C. growth and essential oil yield. **Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants**, Birmingham, v. 12, n. 1/2, p. 1-11, 2006.

SIMÕES, C. M. O. et al. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SANTOS, R. I. **Farmacognosia: da planta ao medicamento: metabolismo vegetal secundário**. Porto Alegre: UFRGS; UFSC, 2007. p. 411-412.

SOUSA, J. P. B. Perfis físico-químicos e cromatográficos de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 18, n. 3, p. 379-386, 2007.

SOUZA, L. A. et al. Composição química e rendimento do óleo essencial nas folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR. Ex Britt & Wilson cultivada sob padrões inorgânicos e orgânicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, 5., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2002. Não paginado.

SPRING, O. Chemotaxonomy base don metabolites from glandular trichomes. **Advances in Botanical Research**, London, v. 31, p. 153-174, 2000.

SVOBODA, K. P.; SVOBODA, T. G. **Secretory structures of aromatic and medicinal plants**. Knighton: Microscopix Publications, 2000. 61 p.

TAIZ, L; ZEIGER E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 13, p. 309-332.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, D. J. A generalization of the relation index system including liner temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 11, p. 463-467, 1963.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO A. C.; MACIEL, M. A. M. Medicinal plants: safe cure? **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VERDI, L. G; BRIGHENTE I. M. C; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, p. 85-94, 2005.

WATERMAN, P. G. The chemistry of volatile oils. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production**. Essex: Longman Group, 1993. p. 47-61.

WOLLENWEBER, M.; SCHOPER, R.; ARRIAGA-GINER. Flavonoids and terpenoids from the exudates of some *Baccharis* species. **Zeitschrift fur Naturforschung C**, Tübingen, v. 41, n. 1, p. 87-93, 1986.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 718 p.

ZHENG, G. Q.; KENNEY, P. M.; LAM, L. K. T. Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Natural Products**, Cincinnati v. 55, n. 7, p. 999-1003, 1992.

ZOMLEFER, W. B. **Guide to flowering plant families**. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1994. 430 p.