



CAMILA SILVA BIBIANO

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANÁLISES
QUÍMICAS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Chenopodium ambrosioides L. SOB TRÊS FONTES
DE ADUBOS ORGÂNICOS**

LAVRAS - MG

2015

CAMILA SILVA BIBIANO

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANÁLISES QUÍMICAS DO ÓLEO
ESSENCIAL DE *Chenopodium ambrosioides* L. SOB TRÊS FONTES DE
ADUBOS ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares, área de concentração em Manejo e Cultivo, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto

Coorientadora

Dra. Suzan Kelly Vilela Bertolucci

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Bibiano, Camila Silva.

Crescimento vegetativo e análises químicas do óleo essencial de
Chenopodium ambrosioides L. sob três fontes de adubos orgânicos /
Camila Silva Bibiano. – Lavras : UFLA, 2015.

74 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)—Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador: José Eduardo Brasil Pereira Pinto.

Bibliografia.

1. Erva-de-santa-maria. 2. Ascaridol. 3. Esterco bovino. 4. Esterco
de galinha. 5. Esterco de codorna. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CAMILA SILVA BIBIANO

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANÁLISES QUÍMICAS DO ÓLEO
ESSENCIAL DE *Chenopodium ambrosioides* L. SOB TRÊS FONTES DE
ADUBOS ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares, área de concentração em Manejo e Cultivo, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de Fevereiro de 2015.

Dr. Ricardo Monteiro Corrêa IFMG

Dra. Andressa Giovanini Costa UFU

PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto
Orientador

Dra. Suzan Kelly Vilela Bertolucci
Coorientadora

LAVRAS - MG

2015

Dedico

Ao meu pai Faguinon Luiz Bibiano (*in memoriam*),
a minha mãe Aparecida Maria Bibiano e
minhas irmãs Aline de Lourdes Bibiano Oliveira e Natália Aparecida Bibiano.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, razão de minha existência e Dono dos meus feitos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG). Ao Programa de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares, pela oportunidade e por me instruir a conseguir o título de mestre.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de estudos e recursos financeiros para a realização desse trabalho.

Ao professor e orientador José Eduardo Brasil Pereira Pinto, por ter me acolhido como orientador e por me acompanhar nessa formação profissional.

À professora Suzan Kelly Vilela Bertolucci, pela coorientação e por sua dedicação e firmeza.

Aos professores e pesquisadores Ricardo Monteiro Corrêa e Andressa Giovanini Costa, pela aceitação do convite de serem membros da banca avaliadora.

Aos colegas do laboratório e do programa que me ajudaram: Sâmia Torres, Juliana Salimena, Elias Alves, João Antônio, Diogo Lordelo, Thaís Cristina, entre outros.

Aos funcionários do laboratório Evaldo, Luiz e Annete, pela participação no desenvolvimento dos experimentos.

Ao Dico e ao Paulinho do Horto de Plantas Medicinais da UFLA, pelo grande apoio na parte prática de instalação do experimento.

E, finalmente, aos meus queridos pais Faguinon Luiz Bibiano (*in memoriam*) e Aparecida Maria Bibiano, às minhas irmãs Aline Delourdes Bibiano Oliveira e Natália Aparecida Bibiano, aos meus cunhados e irmãos

Daniel Faria Oliveira e Thiago Elói Oliveira; ao meu noivo Guilherme Burgarelli Campos. Vocês me acompanham, e me apoiaram nos momentos mais difíceis, sendo essenciais para a conclusão de mais essa etapa e de tudo que sou até hoje.

Obrigada!

MENSAGEM

Nada te perturbe nada te espante,
Tudo passa Deus não muda,
A paciência tudo alcança;
Quem a Deus tem nada lhe falta:
Só Deus basta.

Eleva o pensamento, ao céu sobe,
Por nada te angusties, nada te perturbe.
A Jesus Cristo segue, com grande entrega,
E, venha o que vier nada te espante.
Vês a glória do mundo? É glória vã;
Nada tem de estável, tudo passa.

Deseje às coisas celestes, que sempre duram;
Fiel e rico em promessas, Deus não muda.
Ama-O como merece bondade Imensa;
Quem a Deus tem, mesmo que passe por momentos difíceis;
Sendo Deus o seu tesouro, nada lhe falta.

SÓ DEUS BASTA!

Santa Teresa D'Ávila

RESUMO GERAL

Chenopodium ambrosioides L. conhecida como erva-de-santa-maria, mastruz e epazote é uma espécie pertencente à família Amaranthaceae, amplamente utilizada na medicina popular em todo o mundo, principalmente no tratamento de vermes e de feridas cutâneas. No entanto, estudos sobre manejo, cultivo e nutrição são incipientes para essa espécie. Objetivou-se, com este trabalho, verificar o efeito das diferentes doses de adubos orgânicos na produção de biomassa vegetal e no rendimento, teor e qualidade do óleo essencial de *C. ambrosioides*. O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 3x5+1, com três fontes de adubo: esterco bovino, de galinha e de codorna e cinco doses (0, 3, 6, 9 e 12 Kg m⁻²) de cada, com cinco repetições e quatro plantas por repetição. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, por um período de 60 dias. Foi observado que as doses de esterco bovino, de galinha e codorna influenciaram, significativamente, na produção de biomassa das plantas e também no teor, rendimento e composição química do óleo essencial de erva-de-santa-maria. O esterco de galinha foi responsável pelo maior teor de biomassa seca obtida 17,97g com aplicação de 15,08Kg m⁻². No entanto, o esterco de codorna apresentou maior eficiência na produção de biomassa seca total; com o valor de 14,48g, obtidos na aplicação de 8,93Kg m⁻²; em relação aos demais adubos utilizados. Foi identificado maior teor de óleo essencial nas inflorescências seguido das folhas, sendo este ausente no caule e demais partes da planta. Os maiores teores de óleo essencial, obtidos por meio da hidrodestilação das inflorescências variaram de 0,59 a 1,85%; sendo o esterco bovino o adubo mais eficiente para esta variável. Foram identificados oito compostos químicos no óleo essencial de *C. ambrosioides*, sendo ascaridol, α -terpineno, *p*-cimeno e isoascaridol, sendo estes influenciados pelo aumento crescente das doses dos adubos, principalmente para esterco bovino e de codorna. Observou-se a diminuição do teor de ascaridol e aumento do teor de *p*-cimeno nas doses de esterco de 9Kg m⁻² e 12Kg m⁻² aplicadas.

Palavras-chave: Esterco bovino. Esterco de galinha. Esterco de codorna. Óleo essencial. Ascaridol. Erva-de-santa-maria.

OVERVIEW

Chenopodium ambrosioides L., known as santa maria herb, mastruz herb or epazote, is a medicinal plant belonging to the Amaranthaceae family, widely used in the popular medicine in all the world; essentially in the treatment of worm and cutaneous wounds. However, studies about its management, cultivation and nutrition are incipient so far. In this study, we aimed to verify the effect of different doses of organic fertilizers in the production of vegetal biomass, yield, and content and quality of essential oil of *C. ambrosioides*. The experiment was performed in a greenhouse for 60 days, in completely randomized design with 5 replications. Treatments were arranged in 3×5+1 factorial scheme, i.e., three sources of fertilizer and 5 doses per fertilizer. Each parcel consisted of 4 plants. Doses of bovine manure, chicken, and quail influenced significantly the production of plants biomass, as well as the content, yield, and chemical composition of essential oil of santa maria herb. The dose of chicken manure about 15.08 kg.m² contributed to the obtaining of the greatest content of dry biomass, about 17.97g. The quail manure showed greater efficiency in the production of total dry biomass, with 14.48g obtained for the dose about 8.93 kg.m². The greatest content of essential oil was obtained from inflorescences, followed by that obtained from leaves. There was no essential oil from stem and other plant parts. The greatest content of essential oil, obtained by means of hydrodistillation of inflorescences, ranged from 0.59 to 1.85%; and the bovine manure was found to be the most efficient for this parameter. Eight chemical compounds from the essential oil of *C. ambrosioides* were found. The ascaridole, α -terpinene, p-cymene and isoascaridole were influenced with the increase of doses of fertilizers, specially the increase of bovine and quail manures. The content of ascaridole decreased and the content of p-cymene increased when 9 kg/m² and 12 kg/m² of manure were applied.

Key-words: Bovine manure. Chicken manure. Quail manure. Essential oil. Ascaridole. Santa maria herb.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

- Figura 1 Aspectos e detalhamento de plantas de *Chenopodium ambrosioides* desde fase de plântula (A) colheita de folhas (B), frutos (C) e raízes (D) 18
- Figura 2 Estrutura molecular de constituintes químicos isolados do óleo essencial de *C. ambrosioides*23
- Figura 3 Mecanismo envolvendo a síntese do ascaridol e outros monoterpenos no gênero *Chenopodium*.....24

SEGUNDA PARTE - ARTIGO 1

- Figura 1 Desenvolvimento de *C. ambrosioides*, submetida ao cultivo com respectivas doses (0 Kgm⁻²; 3 Kgm⁻²; 6 Kgm⁻²; 9 K m⁻²; 12 Kg m⁻²) de adubos orgânicos (bovino, galinha e de codorna)....51

LISTA DE GRÁFICOS

SEGUNDA PARTE - ARTIGO 1

- Gráfico 1 Biomassa seca de folhas (BSF, A) Caule (BSC, B) Raízes (BSR, C) e total (BST, D) de *C. ambrosioides* L. sob cultivo de diferentes dosagens de esterco bovino de galinha e de codorna.....56
- Gráfico 2 Teor (%) de óleo essencial presente nas folhas (A) inflorescências (B) e rendimento em g planta⁻¹(C) de *C. ambrosioides* L., sob cultivo em diferentes doses de três adubos orgânicos de origem bovina, de galinha e codorna.....59
- Gráfico 3 Percentual dos constituintes *p*-cimeno e ascaridol presentes no óleo essencial de *C. ambrosioides* L. sob cultivo orgânico com diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna65

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGO 1

Tabela 1	Resultados analíticos das amostras de solo utilizado no experimento	45
Tabela 2	Caracterização química das amostras dos esterco: bovino, de galinha e de codorna	46
Tabela 3	Valores médios de biomassa seca total (BST-g), biomassa seca de folhas (BSF-g), biomassa seca de caule (BSC) e biomassa seca de raiz (BSR) de <i>C. ambrosioides</i> L. sob cultivo em diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna.....	57
Tabela 4	Valores médios do teor de óleo essencial (%) extraído das inflorescências <i>C. ambrosioides</i> L. sob cultivo de diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna.....	60
Tabela 5	Composição química do óleo essencial das folhas de <i>C. ambrosioides</i> L. cultivadas sob diferentes doses e fontes de esterco.....	62
Tabela 6	Composição química do óleo essencial das Inflorescências de <i>C. ambrosioides</i> L. cultivadas sob diferentes doses e fontes de esterco.....	64

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Origem e caracterização botânica de <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	16
2.2	Aspectos agronômicos do gênero <i>Chenopodium</i>	17
2.3	Adubação orgânica	20
2.3.1	Adubação orgânica em plantas medicinais	21
2.3.2	Composição química do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i>	22
2.3.3	Aplicação	24
	REFERÊNCIAS	30
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	39
	ARTIGO 1 Crescimento vegetativo e análises químicas do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. sob três fontes de adubos orgânicos	39
1	INTRODUÇÃO	41
2	MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1	Condições gerais	44
2.2	Condições experimentais e análises de crescimento	46
2.3	Extração e análises do óleo essencial	47
2.4	Análises estatísticas	49
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
3.1	Caracterização e Produção de Biomassa	51
3.2	Teor, rendimento e composição química do óleo essencial	58
4	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	68

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Chenopodium ambrosioides* L conhecida popularmente como mastruz, erva-de-santa-maria ou epazote, é uma planta anual ou perene, considerada invasora em outras culturas (RENDLE, 1983). É tradicionalmente usada na medicina popular como vermífuga e no controle de leishmaniose (PATRÍCIO et al., 2008). No Brasil, seu principal uso popular é como vermífugo e está presente na lista de plantas de interesse em estudo do governo federal (BRASIL, 2009). Estudos científicos têm investigado suas potenciais atividades: antitumoral, analgésica, antiinflamatória, antioxidante, antifúngica e antibacteriana, (GRASSI et al., 2013; KUMAR et al., 2007; NASCIMENTO et al, 2006). São encontradas, na espécie, substâncias com atividades biológicas tais como, taninos, gomas, heterosídeos senevólicos, mucilagens, cumarinas, fenóis (flavonoides), esteroides, terpenoides, carotenoides e alcaloides (BARROS et al., 2013).

Dentre as práticas de cultivo, a adubação possui relação direta com a produção de matéria seca e de metabólitos secundários em plantas medicinais (ALMEIDA et al., 2002). Sabe-se que o fornecimento de nutrientes é essencial para a produção eficiente de espécies de plantas incluindo de plantas medicinais. Muitos estudos têm apresentado eficiência na produção de biomassa e também dos princípios ativos, com a adubação orgânica. A adubação orgânica é uma forma de fertilização relativamente barata e eficiente, pois permite ao produtor economia de recursos e resposta satisfatória na produção e, além de suprir as plantas de forma adequada, ainda melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo (CHAVES, 2002).

Segundo Correa Júnior, Ming e Scheffer (1991). o aumento dos valores de biomassa com a adubação química se dá, pois a resposta aos adubos químicos é rápida, em razão das necessidades imediatas a serem atendidas; no entanto são em alguns casos prejudiciais aos teores de princípios ativos das plantas, além de apresentaram alto custo e efeitos negativos sobre a vida microbiana do solo, sua degradação, salinização, acidificação e desertificação (CHABOUSSOU, 1980).

Hoffman (2001) relata os benefícios principais no uso de esterco animal como sendo: melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo e no fornecimento de nutrientes em longo prazo; aumento e diversificação microbiota, aumento no teor de matéria orgânica, melhorando, assim, também a infiltração da água e a manutenção da umidade do solo, aumentando a capacidade de troca de cátions. Melo, Silva e Dias (2008) verificaram elevados teores de N-NH_4^+ e N-NO_3^- no esterco de galinha e esterco de codorna, em decorrência dos teores mais elevados de N total nesses resíduos; o que indica que estes poderiam atuar como fonte imediata de N, uma vez que essas formas de N são prontamente disponíveis para as plantas.

Costa et al. (2008) observaram aumento no número de perfilhos em plantas de *Cymbopogon citratus* adubadas com esterco avícola. Plantas de *Achillea millefolium* também apresentaram maiores valores de biomassa sob o cultivo e às diferentes dosagens de esterco bovino e avícola (FERRAZ et al., 2014). Já Corrêa et al. (2010) demonstraram que *Origanum vulgare* L. adubado com esterco avícola proporcionou incremento no teor e no rendimento de óleo essencial.

Para a espécie *C. ambrosioides*, não há relatos, na literatura, sobre práticas de fertilização e adubação. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da fertilização com diferentes doses de esterco, bovino, de galinha e de codorna; no crescimento vegetativo e produção dos constituintes químicos voláteis da espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e caracterização botânica de *Chenopodium ambrosioides* L.

O gênero *Chenopodium* possui mais de 150 espécies, distribuídas globalmente em todos os continentes, principalmente em regiões subtropicais e temperadas (FUENTES-BAZAN; MANSION; BORSCH, 2012). *Chenopodium ambrosioides* pertencente à família Amaranaceae, classificado antes em Chenopodiaceae, possui, segundo Voznesenskaya et al. (2001), o maior número de espécies C_4 entre as dicotiledôneas, sendo possível encontrar grande diversidade na evolução da fotossíntese, incluindo cinco tipos diferentes de anatomia Kranz e duas variantes bioquímicas.

A espécie *Chenopodium ambrosioides* L. apresenta como sinônimas científicas *Ambrina ambrosioides* (L.) Spach, *Dysphania ambrosioides* (L.), *Atriplex ambrosioides* (L.), Krantz entre outros. É uma planta originária da América Central e do Sul, e os nomes populares variam de região para região, sendo os mais comuns: mastruz, erva-de-santa-maria, epazote, mastruço, erva-formigueiro, ambrósia-do-méxico entre outros (COSTA; TAVARES, 2006).

Possui grande ramificação, com porte alcançando pouco mais de meio metro. As folhas são simples, inteiras, oblongas, lanceoladas, pecioladas, irregularmente denteadas e onduladas, em disposição alterna (Figura 1), as superiores sésseis e as inferiores pecioladas, de dimensões variadas e providas de tricomas (PACIORNIK, 1990). As folhas que crescem na parte inferior são menores e mais estreitas e mais finas nos ramos em floração e frutificação (Figura 1). As flores são pequenas verdes, numerosas e quase se confundem com os pequenos frutos. Os frutos são do tipo aquênio, esféricos, pretos e muito numerosos, geralmente confundidos com as sementes (PACIORNIK, 1990).

Apesar de ser considerada uma erva daninha em muitas regiões como sul e sudeste do Brasil, seu uso medicinal em formulações caseiras é largamente difundido em todo o país (COSTA; TAVARES, 2006). Em Minas Gerais, as folhas e sementes são usadas como: anti-helmínticas, repelente de insetos e contra contusões e corrimento vaginal; no Ceará, a infusão das folhas é utilizada contra gripe; em Brasília, as flores são utilizadas como purgante; no Rio Grande do Sul, é útil contra problemas de estômago, vermes, úlceras e para eliminar pulgas e piolhos; no Mato Grosso como vermífugo e emoliente; e no Pará, contra vermes e fraturas. Apesar dessa intensa utilização popular, a espécie pode apresentar toxidez, podendo causar convulsões, irritação de mucosas, vômitos, vertigens, dores de cabeça, problemas renais e hepáticos e surdez temporária (PACIORNIK, 1990), dependendo da formulação caseira e do teor do constituinte químico ascaridol presente no material vegetal. No entanto, seu estudo é justificado também por suas propriedades moluscicida, fungicida, alelopática e larvicida (PACIORNIK, 1990).

2.2 Aspectos agronômicos do gênero *Chenopodium*

As espécies pertencentes à família Chenopodiaceae são, geralmente, resistentes à seca e salinidade e conseguem se desenvolver bem em solos com poucos nutrientes, o que as torna pioneiras na colonização de ambientes (ZHANG et al., 2012). Bilalis et al. (2012) trabalhando com *Chenopodium quinoa*, verificaram que a espécie responde muito bem à fertilização, tanto química quanto orgânica. As plantas apresentaram maiores teores de biomassa seca, de área foliar específica e rendimento de grãos, em tratamento adubado com esterco bovino. E o teor de saponina foi maior do que o tratamento controle tanto nos tratamentos com esterco de vaca quanto de material provido de compostagem (BILALIS et al., 2012).



Figura 1 Aspectos e detalhamento de plantas de *Chenopodium ambrosioides* desde fase de plântula (A) colheita de folhas (B), frutos (C) e raízes (D)

Foto: Camila Silva Bibiano, UFLA, 2014.

Chenopodium ambrosioides (L) possui um odor característico, pelo qual é identificada. O ciclo dessa espécie é anual, com duração em média de nove meses. De acordo com Jardim et al. (2008), *C. ambrosioides* é cultivada em regiões subtropicais e temperadas e consumida também como vegetal folhoso e condimento, em receitas tradicionais, na América do Sul. Suas sementes apresentam alto grau de dormência revelado pelo baixo poder germinativo e é nesse órgão que apresenta o maior teor de óleo essencial, 80 a 90% de ascaridol (MARTINS; SILVA; ALMASSY JÚNIOR, 2010).

Segundo Mello, Machado e Inomoto (2006), a planta apresenta potencial para controle do nematoide *Pratylenchus brachyurus*, tanto para rotação de cultura quanto pela aplicação de extrato hidroalcólico da parte aérea. Seu óleo essencial é um repelente contra insetos sendo mais eficaz contra os que habitam no substrato do que os que se alimentam da parte aérea da planta (CLOYD; CHIASSON, 2007). Há, ainda, outros usos interessantes, como contra picada de escorpião, hemorróidas (uso tópico) e, ocasionalmente, é mencionado que o consumo diário de "epazote" melhora a memória das crianças (BLANCKARERT et al., 2012).

Na medicina popular brasileira a planta colhida, rasurada e servida na forma de chás, infusões ou decoctos para tratar doenças como as causadas por vermes, além de ter efeito diurético, é também utilizada para tratamento de doenças respiratórias como bronquite; na cicatrização de feridas externas, tuberculose e reumatismo (KUMAR et al., 2007). Estudos demonstraram que a espécie também possui atividades moluscicida (HMAMOUCI; LAHLOU; AGOUMI, 2000), fungicida (DELESPAUL et al., 2000), nematocida (INSUNZA; ABALLAY; MACAYA, 2001), larvicida (MORSY et al., 1998), alelopática (OSORNIO; KUMAMOTO; WASSER, 1996) antibacteriana e antitumoral (LALL; MEYER, 1999; BARROS et al., 2013).

Em Minas Gerais, as folhas e sementes são utilizadas como anti-helmínticas, repelentes de insetos, contra contusões e corrimento vaginal; no Ceará, a infusão das folhas é utilizada contra gripe; em Brasília, as flores são utilizadas como purgante; no Rio Grande do Sul, é útil contra problemas de estômago, vermes, úlceras e para eliminar pulgas e piolhos; no Mato Grosso, como vermífugo e emoliente; no Pará, contra vermes e fraturas (COSTA; TAVARES, 2006).

2.3 Adubação orgânica

Dentre os materiais orgânicos, o esterco é o mais encontrado em diferentes regiões do Brasil. Esse material é produzido por diferentes espécies de animais, como, gado bovino, cavalo, suíno, aves. A produção média diária de esterco desses animais é bem significativa. Uma vaca pesando 453 Kg produz 23,5Kg de esterco por dia, um cavalo de 385 Kg produz 16,3 Kg, um porco de 72 kg produz 3,4 Kg de esterco e um frango pesando 1,6 Kg produz 100g de esterco mais urina (TRANI et al., 2008).

De acordo com Sharma et al. (1997), são admitidos, para uso nas lavouras, materiais com pH em água na faixa de 6 a 8,5. Em estudo feito por Melo, Silva e Dias (2008) onde avaliaram o pH de materiais orgânicos, foi verificado que o esterco de bovino o composto orgânico, se aplicados ao solo, em doses elevadas, poderiam modificar o valor de pH, para uma faixa acima daquela considerada adequada ao pleno crescimento das culturas devido aos seus valores acima do recomendado. Do mesmo modo, o material húmico e o lodo de esgoto, aplicados no solo em altas doses, poderiam acidificá-lo, prejudicando a cultura existente ou a ser implantada.

Melo, Silva e Dias (2008) verificaram também elevados teores de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no esterco de galinha e esterco de codorna, decorrentes dos teores mais elevados de N total nesses resíduos; o que indica que estes poderiam atuar como fonte imediata de N, uma vez que essas formas de N são prontamente disponíveis para as plantas. Além disso, os estercos de galinha e de codorna dentre os materiais estudados, também foram os mais ricos em ácidos orgânicos. A utilização de materiais com alto grau de maturação (produção de material húmico) poderia por sua vez contribuir para o aumento da CTC do solo, principalmente aqueles com mineralogia oxídica, que possuem a maioria das cargas dependentes de pH; conseqüentemente haveria melhora na adsorção e

liberação de nutrientes aplicados via adubação, melhorando a eficiência tanto de adubos químicos e orgânicos (MELO; SILVA; DIAS, 2008).

2.3.1 Adubação orgânica em plantas medicinais

A nutrição de plantas é um fator essencial de manejo, com consequente incremento da produtividade, na maioria das espécies. O sistema orgânico ou agricultura orgânica teve seu advento na era moderna, no século XX, proposto pelo inglês Albert Howard. A utilização de fertilização orgânica ao invés de química, e a não aplicação de agroquímicos proporcionou às lavouras e aos animais de tração usados no trabalho, menor incidência de doenças, do que aqueles conduzidos de forma convencional. Assim sendo, vários experimentos o levaram a reconhecer que o fator essencial para a eliminação das doenças em plantas e animais era a fertilidade do solo (TRIVELLATO; FREITAS, 2003).

A adubação orgânica também contribuiu para a melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (CORRÊA et al., 2010), mantendo, assim, o equilíbrio do sistema e o que permite cultivos mais bem programados. Para plantas medicinais, o manejo referente ao fornecimento de nutrientes é de demasiada importância para a espécie, pois não interfere apenas no crescimento e aquisição de biomassa, mas também na produção de compostos bioativos como os óleos essenciais (ALMEIDA et al., 2002; COSTA et al., 2008).

Sales et al. (2009) em estudo com *Hyptis marruboides* HPL., verificou incremento de biomassa vegetal com a adubação com esterco de curral. Nesse mesmo trabalho, foi verificado em análises químicas do solo feitas após a aplicação das doses do adubo orgânico, aumento de pH, CTC efetiva e potencial, saturação por bases e matéria orgânica; que se apresentaram mais intensas do que solo corrigido com calcário.

2.3.2 Composição química do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*

Os óleos essenciais são misturas complexas voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. Também podem ser chamados de óleos essenciais, óleos etéreos ou essências. A ISO (*International Standard Organization*) define óleos voláteis como produtos obtidos das partes das plantas, por meio da destilação por arraste com vapor d'água. A sua principal característica é a volatilidade, diferindo, assim, dos óleos fixos, misturas de substâncias lipídicas obtidas geralmente de sementes. Outra característica importante é o aroma agradável e intenso da maioria dos óleos voláteis, sendo, por isso, também chamados de essências. Elas são também solúveis em solventes orgânicos apolares, como éter, recebendo, por isso, a denominação de óleos etéreos. Em água, os óleos voláteis apresentam solubilidade limitada, mas suficiente para aromatizar as soluções aquosas, que são denominadas de hidrolatos (SIMÕES; SPITZER, 1999).

A composição do óleo essencial de *C. ambrosioides* tem sido objeto de estudo há vários anos (LAWRENCE, 2007). Os estudos iniciais remontam a 1854 (WIRTH, 1920), quando alguns componentes foram identificados como monoterpenos, como *p*-cimeno, α -terpinene e limoneno. No entanto, o composto ascaridole tem sido tipicamente considerado o componente principal (41,1-91,6%) de óleo essencial de *C. ambrosioides* de várias origens do mundo (KATO; BOWMAN; BROWN, 2000).

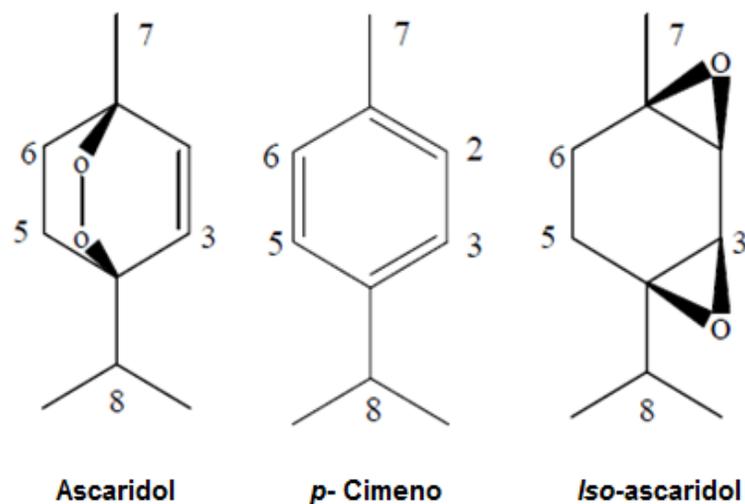


Figura 2 Estrutura molecular de constituintes químicos isolados do óleo essencial de *C. ambrosioides*

Fonte: (BAI; LIU; LIU, 2011).

Outras investigações fitoquímicas revelaram que a planta contém também, terpenos, esteróis e fenóis (KOKANOVA-NEDIALKOVA; NEDIALKOV; NIKOLOV, 2009). O óleo essencial da espécie é uma mistura de Z-ascaridol (58,38%), p-cimeno (16,2%), α -terpineno (9,7%), E-ascaridol (4,3%) e limoneno (3,8%). Z-ascaridol é um composto termosensível que se rearranja quando tratado a 150 °C, formando o E-ascaridol. Essa constituição variável pode resultar em quantificação imprecisa para o Z-ascaridol (CAVALLI et al., 2004). De acordo com Dembitsky, Shrob e Hanus (2008), a rota metabólica proposta para o ascaridol e outros monoterpenos está demonstrada na figura 3.

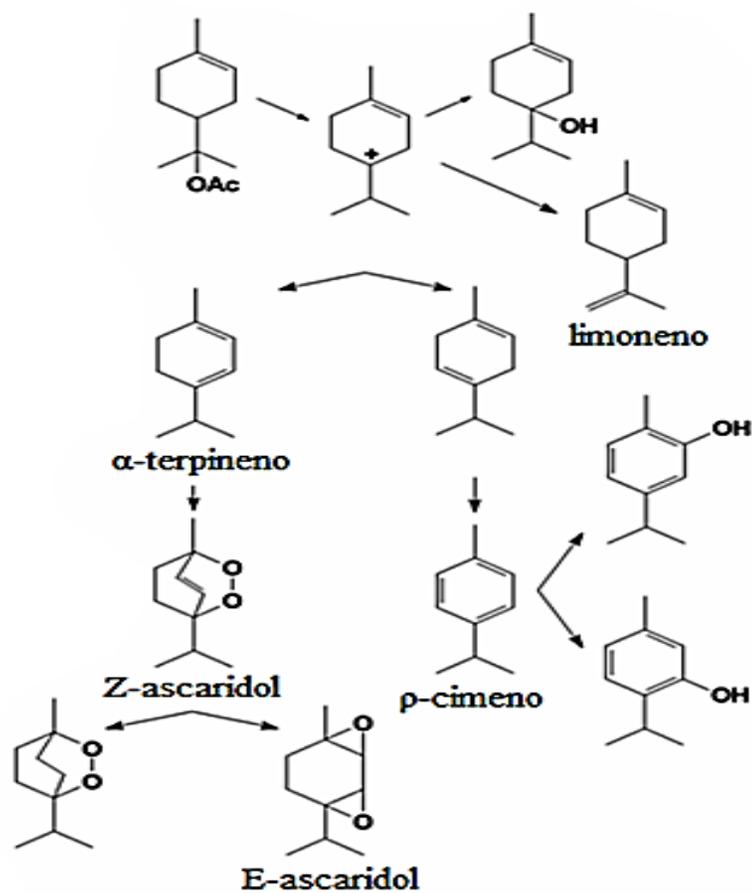


Figura 3 Mecanismo envolvendo a síntese do ascaridol e outros monoterpenos no gênero *Chenopodium*

Fonte: (DEMBITSKY; SHKROB; HANUSA, 2008).

2.3.3 Aplicação

O principal constituinte químico presente no *C. ambrosioides* L. responsável pela toxicidade, o ascaridol, quando administrado em camundongos na dose de 100 mg/kg de peso corporal ocasionou sintomas de hipotermia e atividade locomotora diminuída. Triplicando essa dosagem foi observada

mortalidade dos animais (OKUYAMA et al., 1993). MacDonald et al. (2004) afirmaram, por meio de experimentos realizados *in vitro* que, como anti-helmíntica, o uso tradicional das infusões da planta de erva Santa Maria apresenta elevados níveis de ascaridol e são mais seguros em relação à toxicidade que a utilização de óleos essenciais. Esses pesquisadores demonstraram que infusões aquosas e extratos aquosos de *C. ambrosioides* L. com baixo percentual de ascaridol possuem boa atividade nematicida frente ao nematoide de solo *Caenorhabditis elegans*, não interferindo no sistema gastrointestinal de ratos.

Reis et al. (2010) avaliaram *in vitro* extratos hexânicos, diclorometânico e infusão a 10% de *C. ambrosioides* L. no controle do segundo estágio larval de *Toxocara canis*; e testaram *in vivo*, em murganhos CD1 infectados com o nematoide e observaram que não houve diferença significativa entre os componentes testados no estudo *in vitro*. Nos ensaios *in vivo* 17, não foram observadas redução da carga parasitária dos órgãos afetados, nem alteração na produção de anticorpos anti-*Toxocara canis*. Estudos realizados *in vitro*, com fezes de caprinos evidenciaram que a utilização de óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L. inibiu 100% a eclosão de ovos do nematoide gastrointestinal *Haemonchus contortus*, porém, *in vivo*, não foi observada redução significativa dos nematoides adultos em caprinos que ingeriram a erva Santa Maria fresca moída, mistura a água de bebida e óleo essencial (KETZIS et al., 2002).

Almeida et al. (2007) também realizaram experimentos *in vitro* com cultura de larvas de nematoides *Haemonchus*, *Oesophagostomum* e *Trichostrongylus*, os quais parasitam o trato gastrointestinal de caprinos e observaram que o extrato aquoso das folhas de *C. ambrosioides* L. na concentração de 110,6 mg/mL reduz em mais de 95% o número de larvas. Posteriormente, Egualé e Gidaly (2009) testaram *in vitro* a ação dos extratos

aquosos (concentração de 1 mg/mL) e hidroalcoólicos (concentração de 0,5 mg/mL) das folhas do *C. ambrosioides* L. em ovos e larvas adultas de *Haemonchus contortus* observando inibição de 100%. Estudos realizados com inoculação experimental por *Schistosoma mansoni* em camundongos machos Swiss e tratados por via oral com extrato de metanol da planta *Chenopodium ambrosioides* L. (1250 mg/kg/dia) evidenciaram redução da concentração do parasita em 53,7%, e melhora dos níveis séricos de proteínas totais, albumina, atividade da ALT, AST, ACP e AKP dos animais tratados com o extrato em relação aos não tratados, melhorando, assim, as funções do fígado dos animais tratados (KAMEL et al., 2011).

Segundo a OMS a leishmaniose é uma importante doença tropical, epidêmica em regiões onde a população possui mais acesso a medicamentos naturais. Baseado nesse fato, Monzote et al. (2009) realizaram experimentos em ratos infectados com *Leishmania amazonenses* e observaram a eficácia da utilização do óleo essencial de *C. ambrosioides* L. administrado pelas vias intraperitoneal (30 mg/kg), oral (30 mg/kg) e intralesional. A administração pela via intraperitoneal preveniu o aparecimento de lesões cutâneas e reduziu a carga parasitária. A administração oral retardou a infecção, porém foi menos eficiente que a administração intraperitoneal. Essas duas vias de administração foram mais eficazes que a Anfotericina B (fármaco de referência), porém, não curaram totalmente os animais, apenas impediram o desenvolvimento do estado mais severo da doença. A administração diretamente nas lesões não apresentaram melhoras clínicas. O óleo essencial administrado mostrou-se eficaz e com baixa toxicidade, podendo ser utilizado em longo prazo no tratamento da leishmaniose cutânea. A toxicidade foi baixa e observada apenas em animais tratados por via intraperitoneal. Estudos realizados in vitro com óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L., o qual é constituído de carvacrol, óxido cariofileno e ascaridole (sintetizado a partir de α -terpineno) em células de mamífero e mitocôndrias

observou que alguns produtos como o cariofileno possuem a capacidade de inibir a cadeia de transporte de elétrons mitocondrial. O íon Fe^{2+} potencializa a toxicidade do ascaridole e sem a presença de íons Fe^{2+} o ascaridole apresenta menor toxicidade nas mitocôndrias de mamíferos (MONZOTE et al., 2009). Estudos realizados por Cruz et al. (2007) com inoculação experimental de extrato hidroalcoólico de folhas de *C. ambrosioides* L. via intraperitoneal em ratos evidenciaram que não houve aumento do número de células na medula óssea, mas houve aumento do número de células nas cavidades peritoneal, baço e linfonodos. Também foram observados aumento da atividade dos macrófagos, aumentando, assim, a capacidade fagocitária e produção de óxido nítrico, e o recrutamento celular para os órgãos linfoides secundários, o que poderia explicar a atividade antitumoral do *Chenopodium ambrosioides* L.. Estudos realizados por Almança, et al. 2013 com imersão de fêmeas ingurgitadas adultas demonstraram baixa eficácia do extratos hidroetanólicos de *Chenopodium ambrosioides* L. in vitro sobre a postura e a eclodibilidade larval de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. A baixa eficácia obtida nos resultados pode ser decorrente das baixas concentrações (5%, 10% e 25%) utilizadas no experimento.

Estudos realizados por Sousa et al. (2012) evidenciaram que extratos de *C. ambrosioides* L. apresentam alta bioatividade contra *Artemia salina*, podendo estar relacionado com potencial de atividade citotóxica contra o cancro. A erva Santa Maria também apresentou atividade antifúngica contra leveduras com destaque a ação contra a *Candida Krusei*. Foi observado efeito antitumoral em ratos Swiss infectados com células tumorais na almofada da pata esquerda (tumor sólido) ou na cavidade peritoneal (tumor ascítico) com tumores de Ehrlich e tratados via intraperitoneal com 5mg/kg de extrato hidroalcoólico de folhas de *C. ambrosioides* L. O tratamento aumentou a sobrevivência de ratinhos

portadores de tumor e se mostrou bastante eficiente (NASCIMENTO et al., 2006).

Extratos metanólicos das folhas de *C. ambrosioides* L. administrados via oral em ratos evidenciaram diminuição do edema e da ação analgésica, tanto em situações agudas quanto crônicas (IBIRONKE; AJIBOYE, 2007). Camundongos Swiss fêmeas foram tratados via intraperitoneal com ácido acético 1% (10 ml/kg) e tiveram suas contrações abdominais 20 quantificadas durante uma hora, posteriormente foi analisado o efeito do extrato hidroalcoólico de *Chenopodium ambrosioides* L. como analgésico nesses animais e concluíram que o extrato é capaz de reduzir as contrações abdominais induzidas pelo ácido acético, efeito semelhante ao do anti-inflamatório não esteroide indometacina, sugerindo, assim, analgesia em modelo não específico da dor. O extrato também foi capaz de alterar o perfil celular da cavidade peritoneal, porém não aumentou a produção espontânea ou estimulada por PMA de H₂O₂ (SOUSA et al., 2012).

Em linhagens de células de linfócitos humanos foram observados efeitos genotóxicos decorrentes da decoção e infusão do extrato da planta de *Chenopodium ambrosioides* L. Foram observados aumentos significativos na porcentagem de células com aberrações cromossômicas e na frequência de permutas nas cromátides irmãs, Observou-se também uma diminuição nos índices mitóticos e não foram observadas alterações na cinética da proliferação celular (GADANO et al., 2002) O extrato etanólico de *Chenopodium ambrosioides* L. mostrou-se eficiente na redução do edema em ratos Swiss, inibindo o fluxo celular de neutrófilos em 53% e de leucócitos em 78%. Esse extrato inibiu os mediadores e a atividade enzimática funcionando como anti-inflamatório (GRASSI et al., 2013). Estudos in vitro realizados por (WEI et al., 2013) evidenciaram que o *C. ambrosioides* L. possui ação bactericida contra o *Helicobacter pylori* resistente a vários antibióticos.

Segundo Souza et al. (2015), o óleo essencial de *C. ambrosioides* também significativo efeito acaricida, provoca mortalidade e redução da fecundidade das fêmeas do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), considerado praga chave de muitas culturas. Outros autores observaram a atividade repelente do óleo essencial de *C. ambrosioides* para duas espécies de besouros (*Callosobruchus chinensis* L. and *C. maculatus*) causadores de danos em grãos (PANDEY; PALNI; TRIPATHI, 2014). Ávila-Blanco et al. (2014) também verificaram o efeito amebicida do óleo essencial de *C. ambrosioides* utilizado no intervalo de concentração 0-1.25mg / mL de óleo essencial, o que causou inibição do crescimento de *Entamoeba histolytica* incubadas. Estudos verificaram também um potencial promissor de inibição do óleo de *C. ambrosioides* na germinação de tubérculos de batata, durante a armazenagem, em razão da libertação controlada de óleo essencial; sem deixar resíduos de produtos químicos sintéticos na tubérculos de batata (OWOLABI et al., 2013).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. et al. Effects of aqueous extracts of *Menthapiperita* L. and *Chenopodium ambrosioides* L. leaves in infective larvae cultures of gastrointestinal nematodes of goats. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 57-59, jan./mar. 2007.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, jan./abr. 2002.
- ARTINS, G. N.; SILVA, F. D.; ALMASSY JÚNIOR, A. A. Superação de dormência em sementes de *Chenopodium ambrosioides* L. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 22, n. 3-4, p. 205-209, jul./dez. 2010.
- ÁVILA-BLANCO, M.E. et al. Amoebicidal activity of essential oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) mosyakin & clemants in an amoebic liverabscess hamster model. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2014, p. 01-07, 2014.
- BAI, C. Q.; LIU, Z. L.; LIU, Q. Z. Nematicidal constituents from the essential oil of *Chenopodium Ambrosioidesa* erialparts. **Journal of Chemistry**, Paris, v. 8, p. 143-148, 2011. Suplemento.
- BARROS, L. et al. Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Functional Foods**, Washington, v. 5, n. 4, p. 1732-1740, Oct. 2013.
- BILALIS, D. et al. Seed and saponin production of organic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for different tillage and fertilization. **Notula e Botanicae Horti Agrobotanici Cuj-Napoca**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 42-46, 2012.
- BLANCKARERT, I. et al. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 59, n.4, p. 557-573, Apr. 2012.
- BLUM, L. E. B. et al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 627-631, out./dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Renisus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.

CAVALLI, J. F. et al. Combined analysis of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* by GC, GC-MS and ¹³C-NMR spectroscopy: quantitative determination of ascaridole, a heat-sensitive compound. **Phytochemical Analysis**, Sussex, v. 15, n. 5, p. 275-279, Sept./Oct. 2004.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: LPM, 1980. 253 p.

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

CLOYD, R. A.; CHIASSON, H. Activity of an essential oil derived from *Chenopodium ambrosioides* on greenhouse insect pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 459-466, Apr. 2007.

CORREA JÚNIOR C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: Emater, 1991. 151 p.

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, jan./mar. 2010.

COSTA, A. G. et al. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 534-540, abr. 2012.

COSTA, L. C. B. et al. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.10, n.1, p.16-20, 2008.

COSTA, L. C. B. et al. Tipos de 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, nov. 2008.

COSTA, M.; TAVARES, E. Anatomia foliar de *Chenopodium ambrosioides* L.(Chenopodiaceae)-erva-de-Santa Maria. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 63-71, 2006.

CRUZ, G. V. B Increase of cellular recruitment, phagocytosis ability and nitric oxide production induced by hydroalcoholic extract from *Chenopodium ambrosioides* leaves. **Journal of Ethnopharmacology**. Lausanne, v. 111, n. 1, p. 148-154, Apr. 2007.

DELESPAUL, Q. et al. The antifungal activity of oils as determined by different screening methods. **Journal of Essential Oil Research**, Carol Stream, v. 12, n. 2, p. 256-66, 2000.

DEMBITSKYA, V.; SHKROBB, I.; HANUSA, L. O. Ascaridole and related peroxides from the genus *Chenopodium*. **Biomedical Papers**, Olomouc, v. 152, n. 2, p. 209-215, Dec. 2008.

EGUALE, T.; GIDAY, M. In vitro anthelmintic activity of three medicinal plants against *Haemonchus contortus*. **International Journal of Green Pharmacy**, Ethiopia, v. 3, n. 1, p. 29-34, 2009.

FERRAZ, E. O. et al. Organic systems in the growth and essential-oil production of the yarrow. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 111-119, jan./mar. 2014.

FUENTES-BAZAN, S.; MANSION, G.; BORSCH, T. Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 62, n. 1, p. 359–374, Jan. 2012.

GADANO, A. et al. In vitro genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 81, n. 1, p. 11-16, June 2002.

GRASSI, L. T. et al. From popular use to pharmacological validation: A study of the antiinflammatory, anti-nociceptive and healing effects of *Chenopodium ambrosioides* extract. **Journal of Ethnopharmacology**. Lausanne, v. 145, n. 1, p. 127-138, Jan. 2013.

HMAMOUCHE, M.; LAHLOU, M.; AGOUMI, A. Molluscicidal activity of some Moroccan medicinal plants. **Fitoterapia**, Milano, v. 71, n. 3, p. 308-314, June 2000.

HOFFMANN, I. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Washington, v. 86, n. 3, p. 263-275, Sept. 2001.

IBIRONKE, G. F.; AJIBOYE, K. I. Studies on the anti-inflammatory and analgesic properties of *Chenopodium ambrosioides* leaf extract in rats. **International Journal of Pharmacology**. Washington, v. 3, n. 1, p. 111-115, May 2007.

INSUNZA, V.; ABALLAY, E.; MACAYA, J. In vitro nematocidal activity of aqueous extracts on Chilean populations of *Xiphinema Americanum sensu lato*. **Nematropica**, Bradenton, v. 31, n. 1, p. 47-54, June 2001.

INSUNZA, V.; ABALLAY, E.; MACAYA, J. Nematocidal activity of aqueous plant extracts on *Xiphinema index*. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 29, p. 35-40, 2001.

JARDIM, C. M. et al. Composition and antifungal activity of the essential oil of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 34, n. 9, p. 1213–1218, 2008.

KAMEL, E. G. et al. Parasitological and biochemical parameters in *Schistosoma mansoni*-infected mice treated with methanol extract from the plants *Chenopodium ambrosioides*, *Conyza dioscorides* and *Sesbania sesban*. **Parasitology International**, Amsterdam, v. 60, n. 4, p. 388-392, Dec. 2011.

KATO, S.; BOWMAN, D. D.; BROWN, D. L. Efficacy of *Chenopodium ambrosioides* as an anthelmintic for treatment of gastrointestinal nematodes in lambs. **Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants**, Birmingham, v. 7, n. 2, p. 11–25, 2000.

KETZIS, J. K. et al. *Chenopodium ambrosioides* and its essential oil as treatments for *Haemonchus contortus* and mixed adult-nematode infections in goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 193-200, June 2002.

KOKANOVA-NEDIALKOVA, Z.; NEDIALKOV, P. T.; NIKOLOV, S. D. *The genus chenopodium*: phytochemistry, ethnopharmacology and pharmacology. **Pharmacognosy Review**, Sofia, v. 3, n. 6, p. 280–306, Feb. 2009.

KUMAR, R. et al. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, anti-aflatoxigenic and antioxidant activity. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 115, n. 2, p. 159-164, Apr. 2007.

LALL, N.; MEYER, J. J. M. In vitro inhibition of drug-resistant and drug-sensitive strains of *Mycobacterium tuberculosis* by ethnobotanically selected South African plants. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 66, n. 3, p. 347-54, Sept. 1999.

LAWRENCE, B. M. The composition of commercially important mints. In.: LAWRENCE, B. M. (Ed.). **Mint: the genus *Mentha***. Florida: CRC Press, 2007. p. 217-323.

MACDONALD, D. et al. Ascaridole-less infusions of *Chenopodium ambrosioides* contain a nematocide(s) that is (are) not toxic to mammalian smooth muscle. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 92, n. 2-3, p. 215-221, June 2004.

MAIA, S. S. S. et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hypertis suaveolens* (L.) POIT). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 327-331, out./dez. 2008.

MARTINS, G. N.; SILVA, F. D.; ALMASSY JÚNIOR, A. A. Superação de dormência em sementes de *Chenopodium ambrosioides* L. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 22, n. 3-4, p. 205-209, jul./dez. 2010.

MELLO, A. F. S.; MACHADO, A. C. Z.; INOMOTO, M. M. Potencial de controle da erva-de-santa-maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 513-516, set./out. 2006.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 101-110, jan./fev. 2008.

MONZOTE, L. Activity, toxicity and analysis of resistance of essential oil from *Chenopodium ambrosioides* after intraperitoneal, oral and intralesional administration in BALB/c mice infected with *Leishmania amazonensis*: a preliminary study. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, New York, v. 61, n. 2-3, p. 148-153, Feb./Apr. 2007.

MONZOTE, L. et al. Toxic effects of carvacrol, caryophyllene oxide, and ascaridole from essential oil of *Chenopodium ambrosioides* on mitochondria. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 240, n. 3, p. 337-347, Nov. 2009.

MORSY, T. A. et al. The effect of the volatile oils of *Chenopodium ambrosioides* and *Thymus vulgaris* against the larvae of *Lucilia sericata* (Meigen). **Journal of the Egyptian Society of Pharmacology**, Cairo, v.28, n.2, p.503-10, Aug. 1998.

NASCIMENTO, F. R. F. et al. Ascitic and solid ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. **Life Sciences**, Oxford, v. 78, n. 22, p. 2650-2653, Apr. 2006.

NASCIMENTO, J. T. et al. Rendimento de palmito de pupunheira em função da aplicação de esterco bovino e adubação química. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 19-21, jan./mar. 2005.

OKUYAMA, E. et al. Ascaridole as a pharmacologically active principle of “Paico”, a medicinal Peruvian plant. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 41, n. 7, p. 1309-1311, July 1993.

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

OSORNIO, J. J.; KUMAMOTO, J.; WASSER, C. Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 24, n. 3, p. 195-205, Apr. 1996.

OWOLABI, M. S. et al. Inhibition of potato tuber sprouting during storage by the controlled release of essential oil using a wick application method. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v. 45, p. 83-87, Feb. 2013.

PACIORNIK, E. F. **A planta nossa de cada dia: plantas medicinais: descrição & uso**. 2. ed. Curitiba: Copygraf, 1990. 92 p.

PANDEY, A. K.; PALNI, U. T.; TRIPATHI, N. N. Repellent activity of some essential oils against two stored product beetles *Callosobruchus chinensis* L. and *C. maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) with reference to *Chenopodium ambrosioides* L. oil for the safety of pigeon pea seeds. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 51, n. 12, p. 4066–4071, Dec. 2014.

PATRÍCIO, F. J. et al. Efficacy of the intralesional treatment with *Chenopodium ambrosioides* in the murine infection by *Leishmania amazonensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 115, n. 2, p. 313-319, Jan. 2008.

REIS, M. et al. Toxocaracanis: potential activity of natural products against second-stage larvae in vitro and in vivo. **Experimental Parasitology**, New York, v. 126, n. 2, p. 191-197, Oct. 2010.

RENDLE, A. B. **The classification of flowering plants**: volume 2. Cambridge: University Press, 1983. 429 p.

SALES, et al. Biomass accumulation, foliar content of nutrients and yield of essential oil of hortelã-do-campo (*Hyptis marrubioidees* EPL.) cultivated under organic fertilization. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n.1, p. 60-68, 2009.

SANTOS, F. M. **Adubação orgânica, agro-homeopatia e cultivo in vitro no crescimento e produção de constituintes voláteis de *Aloysia gratissima***. 2012. 133 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SCRAVONI, J. et al. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. **Brasilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 4, p. 345-352, out./dez. 2005.

SHARMA, V. K. et al. Processing of urban and agroindustrial residues by aerobic composting. review. **Energy Conversion and Management**, Amsterdam, v. 38, n. 5, p. 453-478, Mar. 1997.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. p. 387-341.

SOUSA, L. H. A. et al. Avaliação da ação analgésica do extrato hidroalcoólico de *Chenopodium ambrosioides* L. em ensaios pré-clínicos. **Ciência & Saúde**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 73-82, jan./jun. 2012.

SOUSA, Z. L. et al. Biological activities of extracts from *Chenopodium ambrosioides* Lineu and *Kielmeyera neglecta saddi*. **Annals of clinical Microbiology and Antimicrobials**, London, v. 11, n. 20, p. 1-7, July 2012.

SOUZA, L. P. et al. Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria Sobre o Ácaro-Rajado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 160-166, jan./mar. 2015.

SU, H. C. F., Toxicity and repellency of Chenopodium oil to four species of stored-product insects. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 26, n. 1, p. 178–182, 1991.

TRANI, P. E. et al. Superfosfato simples com esterco animal: um bom fertilizante organomineral. **Informações Tecnológicas**, São Paulo, abr. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/organomineral/index.htm>. Acesso em: 11 dez. 2013.

TRIVELLATO, M. D.; FREITAS, B. G. Panorama da agricultura orgânica. In: STRINGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. (Ed.). **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: Editora da UFV, 2003. p. 9-35

TRIVELLATO-GRASSI, L. et al. From popular use to pharmacological validation: A study of the anti-inflammatory, anti-nociceptive and healing effects of *Chenopodium ambrosioides* extract. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 145, n.1, p. 127-138, Jan. 2013.

VASCONCELOS, G. B. **Adubação orgânica e biodinâmica na produção de chicória (*Chichorium endívia*) e de beterraba (*Beta vulgaris*), em sucessão**. 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

VOZNESENSKAYA, E. V. et al. Kranz anatomy is not essential for terrestrial C4 plant photosynthesis. **Nature**, London, v. 414, n. 6863, p. 543-546, Nov. 2001.

WEI, L. et al. In vitro bactericidal activity of Jinghua Weikang capsule and its individual herb *Chenopodium ambrosioides* L. against antibiotic-resistant Helicobacter Pylori. **Chinese Journal of Integrative Medicine**, Beijing, v. 19, n. 1, p. 54-57, Jan. 2013.

WIRTH, E. H. A study of *Chenopodium ambrosioides* var. anthelminticum and its volatile oil. **Journal of the American Pharmaceutical Association**, Washington, v. 9, n. 2, p. 127–141, Feb. 1920.

ZHANG, W. H. et al. Assessment of bacterial communities and characterization of lead-resistant bacteria in the rhizosphere soils of metal-tolerant *Chenopodium ambrosioides* grown on lead–zinc mine tailings. **Chemosphere**, Oxford, v. 87, n. 10, p. 1171–1178, June 2012.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

**ARTIGO 1 Crescimento vegetativo e análises químicas do óleo essencial de
Chenopodium ambrosioides L. sob três fontes de adubos
orgânicos**

Camila Silva Bibiano¹¹

Elias Alves Silva

Sâmia Silva Torres¹

Juliana Pace Salimena¹

Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹.

**ARTIGO formatado de acordo com a Norma NBR 6022 (ABNT, 2003),
conforme exige o Manual de Normalização de Trabalhos Acadêmicos da
UFLA.**

¹ Setor de Plantas Medicinais, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000 Email: camila.bibiano@yahoo.com.br

RESUMO

Chenopodium ambrosioides L. conhecida como erva-de-santa-maria, é amplamente utilizada na medicina popular em todo o mundo. No entanto, estudos sobre manejo, cultivo e nutrição são incipientes para essa espécie. Objetivou-se, com este trabalho, verificar o efeito das diferentes doses de adubos orgânicos na produção de biomassa vegetal e no rendimento, teor e qualidade do óleo essencial de *C. ambrosioides*. O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 3x5+1, com três fontes de adubo: esterco bovino, de galinha e de codorna e cinco doses (0, 3, 6, 9 e 12 Kg m⁻²) de cada, com cinco repetições e quatro plantas por repetição. O experimento foi conduzido em casa de vegetação por um período de 60 dias. Foi observado que as doses de esterco bovino, de galinha e codorna influenciaram, significativamente, na produção de biomassa das plantas e também no teor, rendimento e composição química do óleo essencial de erva-de-santa-maria. O esterco de galinha foi responsável pelo maior teor de biomassa seca obtida 17,97g com aplicação de 15,08Kg m⁻². No entanto, o esterco de codorna apresentou maior eficiência na produção de biomassa seca total, sendo o valor máximo obtido 14,48g com aplicação de 8,93Kg m⁻² em relação aos demais adubos utilizados. Foi identificado maior teor de óleo essencial nas inflorescências seguido das folhas, sendo este ausente no caule e demais partes da planta. Os maiores teores de óleo essencial, obtidos por meio da hidrodestilação das inflorescências variaram de 0,59 a 1,85%; sendo o esterco bovino o adubo mais eficiente para esta variável. Foram identificados oito compostos químicos no óleo essencial de *C. ambrosioides*, sendo ascaridol, α -terpineno, *p*-cimeno e isoascaridol, sendo estes influenciados pelo aumento crescente das doses dos adubos, principalmente para esterco bovino e de codorna. Observou-se diminuição do teor de ascaridol e aumento do teor de *p*-cimeno nas doses de esterco de 9Kg m⁻² e 12Kg m⁻² aplicadas.

Palavras-chave: Esterco bovino. Esterco de galinha. Esterco de codorna. Óleo essencial. Ascaridol. Erva-de-santa-maria.

1 INTRODUÇÃO

Chenopodium ambrosioides L. conhecida popularmente por erva-de-santa-maria, mastruz ou epazote é uma planta que tem origem nas Américas Central e do Sul. Muito utilizada na medicina popular como anti-helmíntica, vermífuga, emenagoga e no tratamento de afecções cutâneas (JABBAR et al., 2007; JARDIM et al., 2008). É usada, também, no tratamento de doenças do sistema digestivo, respiratório, urogenital, vascular e também nervoso. Kumar et al. (2007) destacam também a atividade fungicida do óleo essencial da espécie contra *Aspergillus fumigatus*, *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina*, *Cladosporium cladosporioides* entre outros. Estudos têm sido desenvolvidos com enfoque também nas suas propriedades antitumorais (CRUZ et al., 2007; KAMEL et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2006).

É consumida popularmente por meio de infusões ou suco das folhas e inflorescências frescas ou secas, e também no preparo de cataplasmas, utilizado no tratamento de feridas externas, inclusive em animais. Essa grande bioatividade da espécie é decorrente das propriedades químicas de alguns constituintes, tais como: flavonoides, terpenos, compostos fenólicos entre outras substâncias; muitas encontradas principalmente no seu óleo essencial, como o ascaridol (BARROS et al., 2013).

Sabe-se que a composição química das plantas, pode ser alterada por diferenças sazonais, pelo manejo e por muitos outros fatores extrínsecos e intrínsecos. Entre os fatores de manejo que interferem na

composição química da planta, a nutrição merece destaque, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade do princípio ativo (MAPELI et al., 2005). Com o aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental, fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes. Isso gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (MELO; SILVA; DIAS, 2008). A adubação orgânica se apresenta em uma forma relativamente barata e eficiente, permitindo ao produtor economia de recursos e resposta satisfatória na produção e, além de suprir as plantas de forma adequada, ainda melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo (CHAVES, 2002).

Dentre os resíduos gerados na agropecuária, o esterco bovino é um dos que contém quantidades variáveis de nutrientes e que pode ser usado na agricultura, na substituição ou complementação da adubação química (LARCHER, 2000). O esterco avícola, tanto de galinha quanto de codorna é uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio e quando administrada de forma adequada, pode fornecer parte ou toda a quantidade de nutriente necessário para a cultura (BLUM et al., 2003). Melo, Silva e Dias (2008) verificaram elevados teores de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ no esterco de galinha e esterco de codorna, em razão dos teores mais elevados de N total nesses resíduos; o que indica que estes poderiam atuar como fonte imediata de N, uma vez que essas formas de N são prontamente disponíveis para as plantas.

A adubação com esterco bovino e avícola maximizou a produção de biomassa e alterou o teor de constituintes da planta *Aloysia gratissima* (SANTOS, 2012). Gopichand et al. (2006), observaram aumento no conteúdo de óleo essencial de plantas *Curcuma aromatica* Salisb. cultivadas sobre diferentes doses de esterco; no entanto, observaram que, para crescimento e biomassa da espécie, os valores não diferiram significativamente entre as doses.

Trabalhos referentes às práticas de adubação orgânica e fornecimento nutricional em plantas medicinais são incipientes principalmente sobre fontes como esterco de codorna que é ainda pouco usado. Sendo assim, neste trabalho, objetivou-se verificar o efeito das diferentes doses esterco bovino, de galinha e de codorna; na produção de biomassa vegetal; teor, rendimento, e composição química do óleo essencial de *C. ambrosioides*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condições gerais

O estudo foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras – MG. A UFLA está situada nas coordenadas geográficas 21° 14' S e 45° 00 W, a 918 m de altitude. Segundo a classificação de Sá Júnior et al. (2012) o clima predominante, de acordo com metodologia proposta por Köppen, é do tipo Cwa, com as seguintes características; úmido com inverno seco e verão quente.

O experimento foi conduzido de fevereiro a junho de 2014. As condições climáticas da área experimental apresentaram temperaturas médias mensais de 20,7°C, observando-se mínimas de 14,5°C e máxima de 32,7°C, e precipitação média mensal de 40,72 mm durante o experimento. A umidade relativa do ar média foi 70%, e a insolação média foi de 7,0 horas, variando entre 7,0h e 7,9h.¹

O solo utilizado como substrato foi coletado da cama de 0 - 20 cm de profundidade, de um Latossolo Vermelho-amarelo distrófico (LVAd) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997), do município de Lavras, MG. Realizaram-se as análises do solo (Tabela 1) no Laboratório de Análises Químicas e Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. Os adubos orgânicos foram obtidos na fazenda de experimentação animal da UFLA.

¹ (Fonte: Estação Climatológica do departamento de engenharia agrícola-UFLA).

As análises dos adubos (Tabela 2) foram realizadas no laboratório de análises químicas da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda – Cooxupé e no Laboratório de Análises Químicas e Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. A caracterização química e física das amostras de solo foi realizada conforme EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997) e a caracterização química dos substratos utilizados como adubos foi realizada segundo metodologia de Silva (1999). Os vasos contendo terra mais os adubos com as respectivas doses foram previamente regados por 30 dias antes do transplante das mudas.

Tabela 1 Resultados analíticos das amostras de solo utilizado no experimento

Amostra	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	(T)	V	M	MO	P-rem
	H ₂ O	mg/dm ³			Cmol/dm ³						%	dag/Kg	mg/L	
Terra	5,6	0,6	14	0,5	0,1	0,0	2,1	0,6	0,6	2,7	23,4	0	1,4	4,1

Fonte: Laboratório de Análise de Solos da UFLA.

2.2 Condições experimentais e análises de crescimento

Tabela 2 Caracterização química das amostras dos esterco: bovino, de galinha e de codorna

Características	Amostras		
	Esterco bovino	Esterco galinha	Esterco codorna
pH em água (1:2,5)	8,2	8,0	7,4
N (g kg ⁻¹)	18	21	26
P (g kg ⁻¹)	5,1	20	17,9
K (g kg ⁻¹)	13	7,3	40,3
Na (g kg ⁻¹)	1,5	2,2	2,9
Ca (g kg ⁻¹)	4,1	4,6	57,2
Mg (g kg ⁻¹)	3,2	2,6	7,8
S (g kg ⁻¹)	2,6	3,1	7,1
B (mg kg ⁻¹)	5,6	17	66
Cu (mg kg ⁻¹)	39	74	71
Fe (mg kg ⁻¹)	128	460	811
Mn (mg kg ⁻¹)	461	315	515
Zn (mg kg ⁻¹)	150	314	680

Fonte: Laboratório de Análise de Solos da UFLA e laboratório de análises químicas da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda. – Cooxupé.

O material para a propagação das mudas foi coletado de plantas matrizes da espécie *Chenopodium ambrosioides* L. localizadas no Horto de Plantas Medicinais da UFLA. Confirmou-se a existência da exsicata depositada no herbário do Departamento de Biologia dessa Instituição, sob o registro 10137. As mudas de *C. ambrosioides* L. foram produzidas via cultura de tecidos a partir de explantes nodais obtidos de plantas matrizes cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da UFLA. As plântulas cresceram *in vitro* em meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) completo sem hormônio, em sala de crescimento com

fotoperíodo de 16:8 horas por aproximadamente 25-30 dias e, em seguida, foram levadas para aclimatização em casa de vegetação; de acordo com protocolo estabelecido para a espécie (CARVALHO, 2013).

A implantação do experimento foi conduzida em casa de vegetação, em vasos de 5 litros contendo solo mais o adubo orgânico. Os vasos foram preparados, regados 30 dias antes da instalação do experimento. Os adubos orgânicos estudados foram esterco bovino, esterco de galinha e esterco de codorna. Para cada adubo, avaliaram-se cinco doses diferentes 0, 3, 6, 9 e 12, Kgm^{-2} . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial $3 \times 4 + 1$ (três adubos \times quatro doses + tratamento sem adubo) com cinco repetições para cada tratamento e quatro plantas por repetição.

A colheita foi realizada 60 dias após o plantio, cada planta foi separada em raiz, caule e folha para secagem em estufa com ventilação forçada a 40°C até matéria seca constante. O peso do material vegetal seco foi obtido para a determinação da biomassa seca de folhas (BSF, g planta⁻¹), caule (BSC, g planta⁻¹), raízes (BSR, g planta⁻¹), inflorescências (BSI, g planta⁻¹), e total da planta (BST, g planta⁻¹) e razão raiz parte aérea (R/PA). Quanto ao óleo essencial, foi determinado teor (%) nas folhas e inflorescências, rendimento (g planta⁻¹) e composição química.

2.3 Extração e análises do óleo essencial

A extração do óleo essencial de *C. ambrosioides* foi realizada pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado, utilizando-se cerca de 6 g de biomassa seca das folhas e inflorescências

em 500 mL de água destilada por um período de 90 min, cinco repetições por tratamento, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado. O óleo essencial foi purificado por partição líquido-líquido com diclorometano (3×15 mL). A fase orgânica foi reunida e tratada com cerca de 5 g de sulfato de magnésio anidro durante 30 min. Após esse período, a solução foi filtrada e o solvente evaporado a temperatura ambiente, sob capela de exaustão de gases. O óleo foi coletado e armazenado em frascos âmbar. Foram determinados o teor ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de biomassa seca de folhas ou inflorescências) e o rendimento (g planta^{-1}) do óleo essencial.

As análises da composição química foram realizadas por meio de uma amostra composta de alíquotas equivolumétricas do óleo volátil das repetições de cada tratamento, no Laboratório de Fitoquímica do DAG/UFLA. As análises quantitativas do óleo foram realizadas por cromatografia em fase gasosa, acoplada a um detector de ionização em chama de hidrogênio (CG-DIC) em um sistema Agilent® 7890A equipado com coluna capilar de sílica fundida HP-5 (30 m de comprimento \times 0,25 mm de diâmetro interno \times 0,25 μm de espessura do filme) (Califórnia, EUA). O gás Hélio foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min; as temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 220°C e 240°C, respectivamente. A temperatura inicial do forno foi de 60°C, isotérmico por 1,5 min, seguido por uma rampa de temperatura de 3°C/min até 240°C, seguida de uma rampa de 10°C/min até 270°C. O óleo foi diluído em acetato de etila (1%, v/v) e injetado automaticamente no cromatógrafo, empregando volume de injeção de 1,0 μL , no modo *split* a uma razão de injeção de 1:50. As análises quantitativas foram realizadas

em triplicata e os resultados expressos pela média da porcentagem da área normalizada relativa dos picos cromatográficos, mais ou menos o desvio padrão.

As análises qualitativas do óleo foram realizadas por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), utilizando-se um equipamento Agilent® 5975C, operado por ionização de impacto eletrônico a 70 e V, em modo varredura, a uma velocidade de 1,0 scan/s, com um intervalo de aquisição de massas de 40 - 400 m/z . As condições cromatográficas foram as mesmas empregadas nas análises quantitativas. Os componentes foram identificados por comparação de seus índices de retenção calculados (IK_c) com índices de retenção (IK) de literaturas (ADAMS, 2007; DAVIES, 1990) e por comparação dos espectros de massas com o banco de dados da biblioteca NIST/EPA/NHI (LINSTROM; MALLARD, 2005). Os índices de retenção de relativos a coinjeção de padrão de *n*-alcanos, C₈-C₂₀ (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) foram calculados com a aplicação da equação de Van Den Dool e Kratz (1963).

2.4 Análises estatísticas

As análises foram feitas utilizando-se o software R e os pacotes estatísticos *ExpDes* (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2011) e *MASS* (VENABLES; RIPLEY, 2002). Em relação às pressuposições básicas da análise de variância, os testes de Shapiro-Wilk e de Bartlett foram aplicados para verificar a normalidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias, quando significativas, foram submetidas ao teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, com análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização e Produção de Biomassa

As diferentes doses e fontes de adubação orgânica proporcionaram um incremento no crescimento e produção de biomassa total de *C. ambrosioides* L. em relação ao tratamento sem adubo. As plantas apresentaram uma parte aérea bem formada, independente da fonte ou da dose de adubação orgânica (Figura 1).



Figura 1 Desenvolvimento de *C. ambrosioides*, submetida ao cultivo com respectivas doses (0 Kg m⁻²; 3 Kg m⁻²; 6 Kg m⁻²; 9 Kg m⁻²; 12 Kg m⁻²) de adubos orgânicos (bovino, galinha e de codorna)

Foto: José Eduardo Brasil Pereira Pinto, UFLA, 2014.

Houve um incremento da biomassa seca total (BST) em ambos os adubos (Gráfico 1). O esterco de galinha proporcionou o maior crescimento da planta atingindo um valor máximo de 17,97 g de biomassa seca com aplicação de 15,08 Kg m⁻² de esterco. O tratamento com esterco de codorna teve seu valor máximo de BST na dose de 8,93 Kg m⁻² de adubo, proporcionando um crescimento de até 14,48 g (Gráfico 1A). Os valores médios de BST indicaram que esterco de galinha e codorna proporcionaram valores iguais nas doses 3 Kg m⁻² e 9 Kg m⁻²; sendo esterco de galinha superior nas demais doses (Tabela 3).

Observou-se a tendência de redução da biomassa seca total para o tratamento com esterco de codorna, a partir do ponto de máxima da curva pode estar relacionado ao excesso de nutrientes disponibilizados a partir de certa dose, causando fitotoxidez. Entretanto, o excesso de nutrientes fornecido pode estar diretamente relacionado também à redução da absorção pelo sistema radicular, causando deficiência nutricional. Muitos autores relatam resultados semelhantes, e atribuem o fato a desordens no sistema radicular em função do excesso de nutrientes (NASCIMENTO et al., 2005).

Em *Coriandrum sativum* o rendimento máximo de biomassa seca foi obtido com a aplicação de 3,9 kg m⁻² de esterco bovino (OLIVEIRA et al., 2002). A resposta diferenciada de cada espécie pode ser explicada pela influência do genótipo e a variação no teor de nutrientes que ocorre nos adubos orgânicos provido de diferentes fontes e locais (CORRÊA et al., 2010).

Plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) cultivadas sob doses de esterco bovino e avícola atingiram um ponto máximo de crescimento nas

doses $10,1 \text{ Kgm}^{-2}$ e $3,86 \text{ Kgm}^{-2}$, respectivamente; após esse ponto, ocorreu redução de produção de fitomassa (folhas e total), provavelmente, pelo excesso de nutrientes disponíveis o que causou redução na absorção de nutrientes pelo sistema radicular (CORRÊA et al., 2010). Comparando as análises químicas dos adubos orgânicos (Tabela 2), observa-se que os níveis dos nutrientes são maiores para esterco de codorna, seguido de esterco de galinha, provavelmente esse fato explica os resultados anteriormente citados.

Para biomassa seca de inflorescência (BSI), o comportamento foi semelhante com o visto para BST. Percebe-se um incremento da biomassa seca das inflorescências com o aumento das doses dos respectivos adubos (Gráfico 1B). No entanto, as doses não diferiram significativamente entre si; sendo todas igualmente superiores à dose zero, as análises estatísticas de interação entre adubos também não diferiram entre si, sendo os adubos iguais para essa variável nas respectivas doses aplicadas. Os comportamentos quadráticos das curvas de esterco de galinha e de codorna apresentaram um ponto máximo de produção na curva; o decaimento dos valores após esse ponto máximo, como já discutido anteriormente, pode estar relacionado ao excesso de fornecimento de nutrientes, o que vem a prejudicar a absorção das raízes das plantas. Segundo o comportamento da curva, esterco bovino proporcionou o valor máximo de BSI igual a $1,44 \text{ g}$ na dose de $12,63 \text{ Kgm}^{-2}$; já o esterco de galinha proporcionou o valor máximo de $2,79 \text{ g}$ em $16,41 \text{ Kgm}^{-2}$ e o esterco de codorna o valor de $2,43 \text{ g}$ com aplicação de $9,05 \text{ Kgm}^{-2}$; sendo o esterco de codorna o mais eficiente em relação à quantidade de esterco aplicado e a biomassa seca adquirida.

Observou-se que para a biomassa de seca de folhas (BSF) quaisquer adubos utilizados e suas respectivas doses, proporcionaram incremento dessa variável (Gráfico 1C). O esterco bovino proporcionou com a dose de 8,36 Kg m⁻² um valor máximo de 2,77 g de BSF. Já no tratamento com esterco de galinha o valor máximo apresentado pela curva é de 6,23 g com a dosagem de 17,42 Kgm⁻². No entanto, o esterco de codorna proporcionou um valor de 4,41 g com a aplicação de 8,45 Kgm⁻², o que apresenta uma relação de melhor eficiência, se comparado aos demais adubos. Observando as médias para a variável BSF (Tabela 3) estas foram superiores, para esterco de codorna na dose de 3 Kgm⁻² e igualmente a esterco de galinha nas doses de 6 Kgm⁻² e 9 Kgm⁻².

Scravoni et al. (2005), determinaram em estudo com plantas *M. piperita* tratadas com adubo orgânico o aumento da biomassa seca das folhas em relação ao controle sem aplicação dos adubos. As plantas exibiram uma prolongada fase vegetativa correlacionada com o aumento da concentração de N presente no adubo. Isso sugere que os adubos orgânicos que apresentaram maiores teores de N, contribuem para a extensão do período vegetativo da espécie.

A variável biomassa seca de caule (BSC) apresentou incremento em todas as doses dos três adubos em relação ao controle, entretanto não diferiram significativamente entre as doses dentro do mesmo adubo (Gráfico 1D). Observou-se que a ordem de distribuição dos fotoassimilados seguiu a sequência iniciando com a biomassa seca de caule em maiores quantidades, seguido de folhas, raiz e inflorescências. Essa ordem também foi observada em *Ocimum selloi* Benth, nos dois tipos de adubação orgânica utilizada (COSTA et al., 2008). Assim como

para BSF; o valor médio de BSC para o esterco de codorna apresentou-se superior aos demais adubos, apresentando 7,54 g de biomassa seca na dose de 3 Kgm⁻² e não diferindo, significativamente, do esterco de galinha nas demais doses (Tabela 3).

Em relação à biomassa seca de raiz (BSR), assim como nas demais variáveis de biomassa, observou-se um incremento em todas as doses de ambos os três adubos, se comparado ao controle (dose zero) (Gráfico 1E). No entanto, esterco de galinha apresentou valores médios de BSR superiores na dose 3 Kgm⁻² e 6 Kgm⁻²; na doses de 9 Kgm⁻² esterco de codorna foi superior aos demais adubos e na aplicação de 12 Kgm⁻² os adubos não foram diferentes entre si (Tabela 3). Aumento na produção de biomassa seca de folhas, ramos e raízes também foi observado em plantas de *Hyptis suaveolens* com esterco avícola (50g dm⁻³) (MAIA et al., 2008) e em plantas de *Aloysia gratíssima*, onde esse incremento foi verificado nos tratamentos com esterco bovino (2 Kgm⁻²) (SANTOS, 2012).

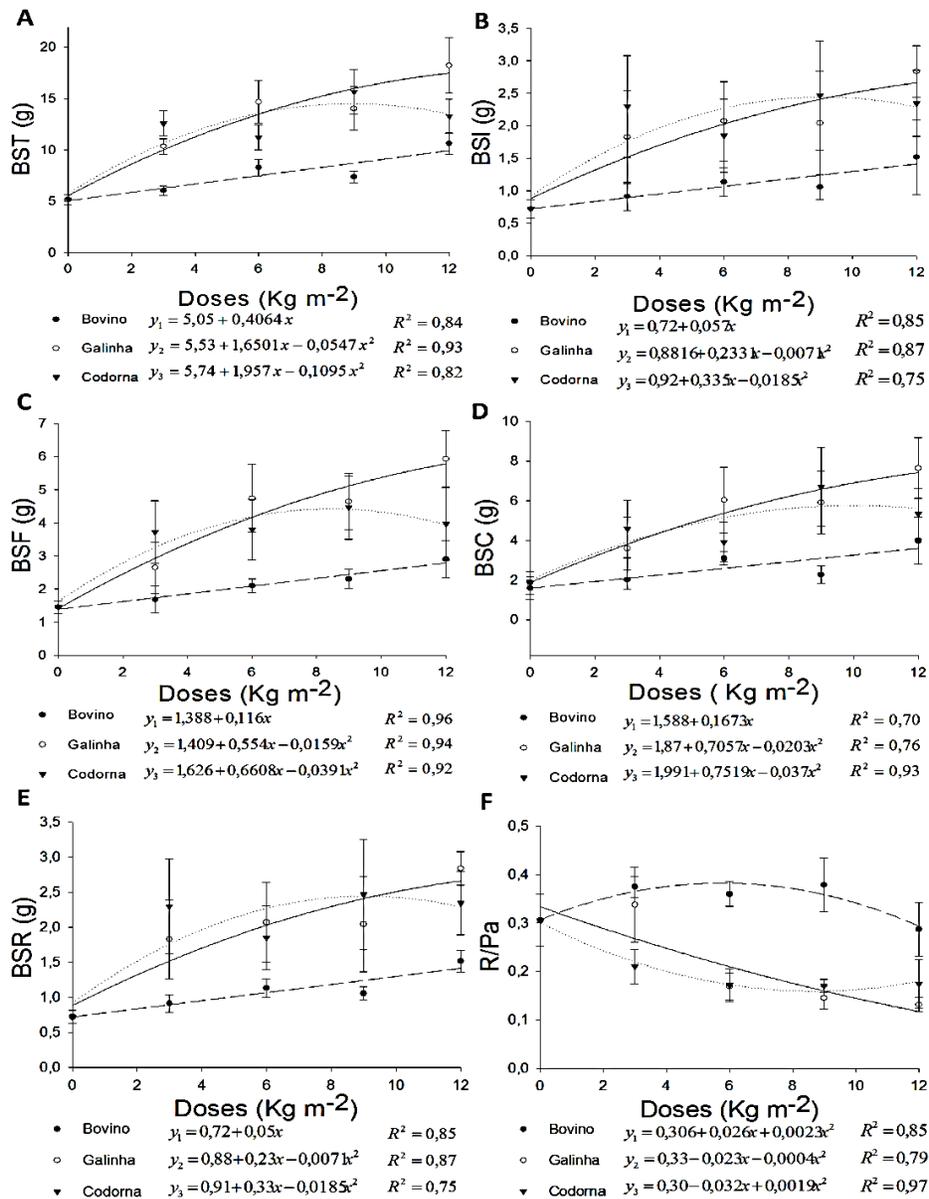


Gráfico 1 Biomassa seca de folhas (BSF, A) Caule (BSC, B) Raízes (BSR, C) e total (BST, D) de *C. ambrosioides* L. sob cultivo de diferentes dosagens de esterco bovino de galinha e de codorna

Quanto à relação R/Pa, nas doses estudadas, os maiores valores foram obtidos no tratamento sem adubação, evidenciando a diminuição da relação R:Pa com o aumento das doses de adubo orgânico (Gráfico 1F). Esses resultados indicaram que aumentos nas doses de esterco direcionaram a partição de matéria seca proveniente de fotoassimilados para a parte aérea da planta em detrimento das raízes. Costa et al. (2008) observaram o mesmo efeito em *Ocimum selloi*, onde a relação R/Pa foi maior na ausência da adubação orgânica. Esse resultado também foi relatado em *Mentha piperita* (SCRAVONI et al., 2005), indicando que na ausência da adubação orgânica, pode haver maior crescimento das raízes para buscar nutrientes no solo.

Tabela 3 Valores médios de biomassa seca total (BST-g), biomassa seca de folhas (BSF-g), biomassa seca de caule (BSC) e biomassa seca de raiz (BSR) de *C. ambrosioides* L. sob cultivo em diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna

		BST (g)				BSF (g)			
		-----Doses (Kg m ⁻²)-----							
Estercos		3	6	9	12	3	6	9	12
Bovino		6,15 b	8,28 c	6,64 b	10,40 b	1,68 b	2,14 b	2,23 b	3,06 b
Galinha		10,71 a	15,94 a	13,28 a	17,96 a	2,64 b	4,73 a	4,62 a	5,82 a
Codorna		13,03 a	11,44 b	14,47a	13,34 b	4,29 a	4,11 a	4,60 a	4,02 b
		BSC (g)				BSR (g)			
		-----Doses (Kg m ⁻²)-----							
Estercos		3	6	9	12	3	6	9	12
Bovino		2,02 b	3,09 b	2,44 b	3,98 b	1,44 b	1,94 ab	1,44 b	1,87a
Galinha		4,34 b	6,87 a	6,41 a	7,43 a	2,5 a	2,13 a	1,46 b	1,84a
Codorna		7,54 a	4,81 ab	7,02 a	5,63 ab	1,85 b	1,48 b	1,98 a	1,74a

*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 Teor, rendimento e composição química do óleo essencial

O teor e rendimento de óleo essencial também variaram, conforme a dosagem de esterco, sendo os valores obtidos nos tratamentos com adubação superiores ao controle (dose zero). O óleo extraído apresentou coloração levemente amarelada para as folhas e mais intensa para o óleo extraído das inflorescências. Observou-se uma diferença significativa entre o teor encontrado nas folhas e nas inflorescências, sendo o teor encontrado nas inflorescências superior aos encontrados nas folhas para ambos os adubos.

As dosagens variaram de 0,4 a 0,62% para o óleo extraído das folhas e 0,59 a 1,85% a do óleo extraído das inflorescências (Gráfico 2 A e B). No entanto, os valores médios indicaram não haver diferença entre os adubos para o teor de óleo obtido a partir das folhas, sendo todos igualmente superiores ao controle. Para o teor de óleo extraído das inflorescências na dose de 3 Kgm⁻², esterco bovino e esterco de galinha apresentaram valores de 1,84% e 1,35% respectivamente; iguais e superiores ao esterco de codorna (Tabela 4). Entretanto, nas doses de 6 Kgm⁻² e 12 Kgm⁻², esterco bovino apresentou valores de 1,71% e 1,85% superiores aos valores obtidos pelos demais adubos nas mesmas doses (Tabela 4). Observou-se que o teor de óleo encontrado nas inflorescências na dose de 9 Kgm⁻² apresentou valores estatisticamente iguais para os três adubos aplicados (Tabela 4). Confirmando o presente estudo, Ferraz et al. (2014) em *Achilea millefolium* também encontraram diferenças no percentual de óleo extraído das folhas para as diferentes dosagens dos adubos orgânicos utilizados.

O rendimento do óleo essencial também se apresentou relativo às diferentes dosagens dos adubos orgânicos. O maior rendimento de óleo encontrado $0,20 \text{ g planta}^{-1}$ foi obtido na dosagem de 12 Kg m^{-2} de esterco de galinha (Gráfico 2C), entretanto as médias para essa variável não diferiram entre si para os respectivos adubos e doses.

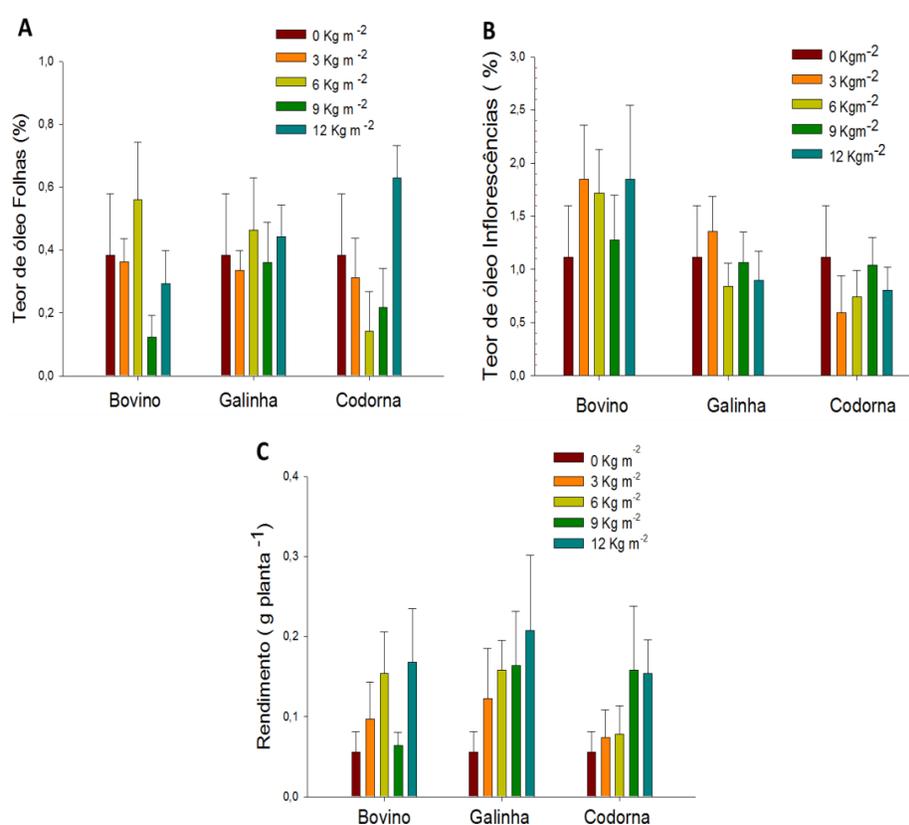


Gráfico 2 Teor (%) de óleo essencial presente nas folhas (A) inflorescências (B) e rendimento em g planta^{-1} (C) de *C. ambrosioides* L., sob cultivo em diferentes doses de três adubos orgânicos de origem bovina, de galinha e codorna

Trabalhos desenvolvidos com *Mentha piperita* (COSTA et al., 2008) e *Plectranthus neochilus* (ROSAL et al., 20011) responderam à adubação com diferentes fertilizantes orgânicos em diferentes dosagens. Segundo Silva et al. (2006), aumentos no rendimento do óleo essencial podem ser alcançados com maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. A produtividade de óleo essencial é função de sua concentração no tecido da planta e da produção de matéria vegetal (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2005). Esse incremento na produção de biomassa vegetal com a utilização da adubação orgânica pode estar relacionado às propriedades que são conferidas a esse insumo, como o fornecimento de nutrientes, corretivos e melhoradores das características do solo (RODRIGUES; SUMIOKA, 2003).

Tabela 4 Valores médios do teor de óleo essencial (%) extraído das inflorescências *C. ambrosioides* L. sob cultivo de diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna

Teor de óleo essencial-Inflorescências (%)				
-----Doses (Kg m ⁻²) -----				
Estercos	3	6	9	12
Bovino	1,84 a	1,71 a	1,27 a	1,85 a
Galinha	1,35 a	0,84 b	1,06 a	0,89 b
Codorna	0,59 b	0,74 b	1,03 a	0,80 b

*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A análise química do óleo essencial de *C. ambrosioides* apresentou caracterização de oito compostos químicos. Dentre eles ascaridol, α -terpineno, *p*- cimeno e *iso*-ascaridol; sendo ascaridol caracterizado como

marcador químico e composto majoritário. Os constituintes encontrados no óleo extraído das folhas (Tabela 5) não diferiram dos apresentados pelo óleo extraído das inflorescências (Tabela 6).

Observou-se que o percentual dos constituintes majoritários encontrados no óleo extraído das folhas em relação às doses de esterco bovino não variou significativamente; com exceção dos constituintes *p*-cimeno e α -terpineno, que apresentaram decaimento no percentual de área, com o aumento da dose. Esse comportamento pode ser observado também para as doses de esterco de galinha e de codorna (Tabela 5).

Tabela 5 Composição química do óleo essencial das folhas de *C. ambrosioides* L. cultivadas sob diferentes doses e fontes de esterco

ADUBOS	CONSTITUINTES	IR*	DOSES DE ADUBOS (Kg m ⁻²)				
			0	3	6	9	12
			ÁREA (%) ± DP				
Bovino			1,00±0,19	1,97±0,04	1,50±0,05	0,33±0,05	0,90±0,05
Galinha	<i>α</i> -Terpineno (M)	1014	1,00±0,19	0,53±0,07	0,90±0,08	0,46±0,01	0,37±0,01
Codorna			1,00±0,19	0,37±0,02	nd	0,54±0,01	0,34±0,03
Bovino			6,48±0,65	4,26±0,07	7,75±0,04	0,58±0,03	3,40±0,01
Galinha	<i>p</i> - cimeno (M)	1022	6,48±0,65	2,05±0,02	5,00±0,03	1,55±0,01	0,89±0,01
Codorna			6,48±0,65	1,90±0,06	1,06±0,39	1,16±0,15	1,15±0,02
Bovino			0,15±0,02	0,21±0,02	0,18±0,03	0,19±0,01	0,10±0,01
Galinha	4-hidroxi-4-metilciclohexen-2-ona (M)	1121	0,15±0,02	0,13±0,01	nd	0,14±0,04	0,12±0,03
Codorna			0,15±0,02	0,12±0,02	0,14±0,09	0,12±0,02	0,15±0,05
Bovino			78,75±0,65	81,77±0,26	82,38±0,50	81,10±0,16	78,40±0,11
Galinha	Ascaridol (M)	1236	78,75±0,65	84,17±0,08	84,50±0,08	84,89±0,12	87,47±0,05
Codorna			78,75±0,65	89,05±0,15	84,66±1,04	88,79±0,20	90,25±0,08
Bovino			0,48±0,01	0,48±0,02	0,22±0,02	0,48±0,08	0,60±0,04
Galinha	Epóxido de <i>Z</i> - piperitona (M)	1252	0,48±0,01	0,38±0,01	0,30±0,02	1,55±0,01	0,27±0,01
Codorna			0,48±0,01	0,27±0,01	0,46±0,17	0,19±0,01	0,14±0,06
Bovino			2,58±0,09	2,46±0,04	1,03±0,03	2,50±0,07	3,00±0,01
Galinha	Epóxido de <i>E</i> -piperitona (M)	1254	2,58±0,09	1,34±0,95	1,50±0,02	nd	1,14±0,01
Codorna			2,58±0,09	1,06±0,50	2,03±0,23	0,79±0,05	0,56±0,01
Bovino			0,02±0,02	0,15±0,01	nd	0,44±0,09	0,40±0,08
Galinha	Timol (M)	1292	0,02±0,02	0,29±0,08	0,10±0,01	0,46±0,01	0,07±0,02
Codorna			0,02±0,02	0,06±0,05	0,41±0,23	0,46±0,01	0,31±0,01
Bovino			9,35±0,85	7,57±0,04	6,01±0,09	12,40±0,07	11,4±0,06
Galinha	<i>Iso</i> -ascaridol (M)	1301	9,35±0,85	9,12±0,07	7,00±0,05	8,66±0,04	6,78±0,05
Codorna			9,35±0,85	6,17±0,14	9,61±0,06	6,16±0,15	5,52±0,06
Bovino	Total		98,81	98,87	99,07	98,02	98,20
	Número de constituintes		8	8	7	8	8
Galinha	Total		98,81	98,01	99,30	97,71	97,11
	Número de constituintes		8	8	7	7	8
Codorna	Total		98,81	99,04	98,37	98,21	98,42
	Número de constituintes		8	8	7	8	8

*Índice de retenção calculado por meio da série n-alcanos (C8-C20) em coluna capilar HP-5MS na ordem de eluição. nd: não detectado. M: Monoterpenos. DP: desvio padrão (n=3).

Para os constituintes do óleo extraído das inflorescências, observou-se que o percentual do constituinte majoritário ascaridol também não variou com aplicação crescente das doses para esterco bovino e esterco de galinha (Tabela 6). No entanto, para o tratamento com esterco de codorna, apresentou um decaimento significativo do ascaridol na dose de 9 Kg m⁻²; onde foi verificado o menor percentual de área do composto ascaridol 58,4 ± 0,15. De forma paralela, observou-se que nessa mesma dose o constituinte *p*- cimeno aumentou de forma significativa apresentando um valor de 24,39 ± 0,62; superior aos valores obtidos nas demais doses de ambos os adubos (Tabela 6) onde ele atingiu no máximo 9,1% na dose de 3 Kg m⁻² do esterco de galinha. Comportamento parecido foi observado para o esterco bovino na dose 12 Kg m⁻², onde os ascaridol se apresentou com 67,91 ± 0,20 e *p*- cimeno com 15,60 ± 0,07 (Tabela 6).

Observou-se, também, um comportamento de decaimento no percentual de ascaridol obtido do óleo extraído das inflorescências com o aumento da dose de adubo orgânico. Em ambos os três adubos (Tabela 6), o percentual desse constituinte decaiu nas últimas doses, principalmente na dose 9 Kg m⁻², para esterco de codorna onde obteve valor de 58,4% de área. No entanto, esse valor ainda permanece dentro dos valores percentuais obtidos na literatura para esse constituinte, que pode ter um intervalo de percentual de 50 -90% área. Resultados parecidos foram encontrados para *Baccharis trimera* (SILVA et al., 2006). O contrário foi verificado por Costa et al. (2008), que observaram em *Ocimum selloi* um incremento de 12% na biossíntese do seu constituinte majoritário.

Tabela 6 Composição química do óleo essencial das Inflorescências de *C. ambrosioides* L. cultivadas sob diferentes doses e fontes de esterco

ADUBOS	CONSTITUINTES	IR*	DOSES DE ADUBOS (Kg m ⁻²)				
			0	3	6	9	12
			ÁREA (%) ± DP				
Bovino			9,59±0,06	8,09±0,03	2,42±0,02	3,08±0,03	9,10±0,03
Galinha	<i>α</i> -Terpineno (M)	1014	9,59±0,06	6,30±0,06	2,49±0,03	4,66±0,03	6,36±0,10
Codorna			9,59±0,06	1,02±0,09	2,60±0,05	3,14±0,20	5,24±0,04
Bovino			7,40±0,05	9,18±0,04	8,17±0,03	4,51±0,05	15,60±0,07
Galinha	<i>p</i> -cimeno (M)	1022	7,40±0,05	9,10±0,07	3,34±0,05	8,61±0,10	9,85±0,14
Codorna			7,40±0,05	4,03±0,02	9,04±0,04	24,39±0,62	7,68±0,02
Bovino			0,15±0,03	0,22±0,01	0,33±0,01	0,20±0,01	0,47±0,01
Galinha	4-hidroxi-4-metilciclohexen-2-ona (M)	1121	0,15±0,01	0,29±0,02	0,07±0,01	0,35±0,00	0,38±0,01
Codorna			0,15±0,01	0,33±0,01	0,42±0,02	1,21±0,01	0,38±0,01
Bovino			77,97±0,08	76,55±0,07	82,17±0,26	86,25±0,05	67,91±0,20
Galinha	Ascaridol (M)	1236	77,97±0,08	78,02±0,03	86,71±0,20	79,44±0,10	76,82±0,10
Codorna			77,97±0,08	86,35±0,02	80,12±0,23	58,40±0,15	78,76±0,02
Bovino			0,27±0,01	0,36±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01
Galinha	Epóxido de <i>Z</i> -piperitona (M)	1252	0,27±0,01	0,08±0,01	0,36±0,02	0,10±0,00	0,08±0,01
Codorna			0,27±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01	0,19±0,02	0,12±0,02
Bovino			nd	0,19±0,01	0,24±0,02	0,313±0,01	0,25±0,01
Galinha	Epóxido de <i>E</i> -piperitona (M)	1254	nd	0,30±0,01	nd	0,31±0,01	0,27±0,00
Codorna			nd	0,36±0,01	0,31±0,01	nd	nd
Bovino			nd	nd	0,13±0,01	nd	nd
Galinha	Timol (M)	1292	nd	0,25±0,01	0,13±0,01	nd	0,34±0,01
Codorna			nd	0,19±0,01	0,05±0,01	0,13±0,04	nd
Bovino			3,59±0,01	3,90±0,05	4,29±0,05	4,18±0,04	3,15±0,02
Galinha	<i>Iso</i> -ascaridol (M)	1301	3,59±0,01	4,05±0,06	4,63±0,08	4,47±0,06	3,84±0,08
Codorna			3,59±0,01	5,07±0,05	4,52±0,02	3,17±0,01	nd
Bovino	Total		98,70	98,49	97,81	98,59	96,56
	Número de constituintes		6	7	8	7	7
Galinha	Total		98,70	98,38	97,73	97,93	97,94
	Número de constituintes		6	8	7	7	8
Codorna	Total		98,70	97,47	97,18	90,63	92,18
	Número de constituintes		6	8	8	7	5

*Índice de retenção calculado por meio da série n-alcenos (C8-C20) em coluna capilar HP-5MS na ordem de eluição. nd: não detectado. M: Monoterpenos. DP: desvio padrão (n=3).

A rota de síntese do constituinte majoritário ascaridol, segundo Dembitsky, Shkrob e Hanus (2008); apresenta como precursores principais: γ -terpineno que pode originar α -terpineno dando origem ao ascaridol ou a *p*-cimeno. Observou-se que a constituição do esterco de codorna teve maior influência nessa etapa do metabolismo, onde as doses desse adubo afetaram a produção de ascaridol e *p*-cimeno (Gráfico 3). Esse efeito mostra-se claro nas doses de 9 Kgm^{-2} e 12 Kgm^{-2} de esterco de codorna e bovino, respectivamente, onde observou-se um aumento de *p*-cimeno e consequente diminuição de ascaridol (Gráfico 3).

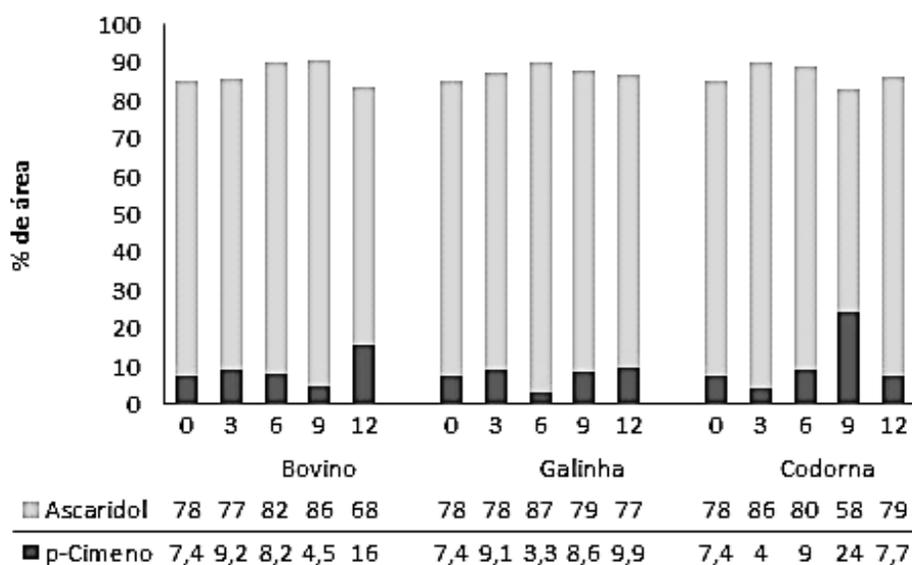


Gráfico 3 Percentual dos constituintes *p*-cimeno e ascaridol presentes no óleo essencial de *C. ambrosioides* L. sob cultivo orgânico com diferentes doses de esterco bovino, de galinha e de codorna

4 CONCLUSÕES

Concluiu-se que a adubação orgânica com esterco: bovino, de galinha e de codorna, influenciou de forma significativa a biomassa seca de *Chenopodium ambrosioides* L. Sendo os maiores valores 10,1g; 17,97 g e 14,48 g proporcionados pelas doses 12,42; 15,08 e 8,93 Kg m⁻² dos esterco: bovino, de galinha e de codorna, respectivamente; apresentando, assim, o esterco de codorna como o mais eficiente deles.

O teor de óleo essencial encontrado nas inflorescências (0,59 a 1,85%) foi superior ao encontrado nas folhas (0,4 a 0,62%), sendo que as médias para o teor encontrado nas folhas não diferiram entre si, tanto entre doses quanto entre adubos. Dentre os valores médios obtidos do óleo extraído das inflorescências esterco de codorna foi o que proporcionou os melhores valores. O maior valor de rendimento de óleo essencial (0,20 g planta⁻¹) foi obtido com a aplicação de esterco de galinha. No entanto, as médias não foram diferentes, tanto entre doses quanto entre adubos.

Foram identificados oito compostos químicos no óleo essencial de *C. ambrosioides*, sendo ascaridol, α -terpineno, *p*-cimeno e isoascaridol, sendo esses influenciados pelo aumento crescente das doses dos adubos. O teor de ascaridol diminui significativamente nas doses de 9 Kg m⁻² e 12 Kg m⁻² para esterco de codorna e bovino, respectivamente, em relação às demais doses. O contrário foi observado para *p*-cimento que teve seu elevado nessas mesmas doses; verificando que a adubação influenciou na rota de síntese dos constituintes.

ABSTRACT

Chenopodium ambrosioides L., known as santa maria herb, is a medicinal plant widely used in the popular medicine in all the world. However, studies about its management, cultivation and nutrition are incipient so far. In this study, we aimed to verify the effect of different doses of organic fertilizers in the production of vegetal biomass, yield, and content and quality of essential oil of *C. ambrosioides*. The experiment was performed in a greenhouse for 60 days, in completely randomized design with 5 replications. Treatments were arranged in 3×5+1 factorial scheme, i.e., three sources of fertilizer and 5 doses per fertilizer. Each parcel consisted of 4 plants. Doses of bovine manure, chicken, and quail influenced significantly the production of plants biomass, as well as the content, yield, and chemical composition of essential oil of santa maria herb. The dose of chicken manure about 15.08 kg.m² contributed to the obtaining of the greatest content of dry biomass, about 17.97g. However, the quail manure showed greater efficiency in the production of total dry biomass, with 14.48g obtained for the dose about 8.93 kg.m². The greatest content of essential oil was obtained from inflorescences, followed by that obtained from leaves. There was no essential oil from stem and other plant parts. The greatest content of essential oil, obtained by means of hydrodistillation of inflorescences, ranged from 0.59 to 1.85%; and the bovine manure was found to be the most efficient for this parameter. Eight chemical compounds from the essential oil of *C. ambrosioides* were found. The ascaridole, α -terpinene, p-cymene and isoascaridole were influenced with the increase of doses of fertilizers, specially the increase of bovine and quail manures. The content of ascaridole decreased and the content of p-cymene increased when 9 kg/m² and 12 kg/m² of manure were applied.

Key-words: Bovine manure. Chicken manure. Quail manure. Essential oil. Ascaridole. Santa maria herb.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th ed. Illinois: Allured, 2007. 804 p.
- BARROS, L. et al. Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Functional Foods**, Washington, v. 5, n. 4, p. 1732-1740, Oct. 2013.
- BLANCKARERT, I. et al. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 59, n. 4, p. 557-573, Apr. 2012.
- BLUM, L. E. B. et al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 627-631, out./dez. 2003.
- CARVALHO, A. A. **Influência de diferentes fatores na micropropagação e na análise dos compostos voláteis *in vitro* de *Chenopodium ambrosioides* L.** 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- CARVALHO, A. M. **Plantas y sabiduría popular del Parque Natural de Montesinho**. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010.
- CAVALLI, J. F. et al. Combined analysis of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* by GC, GC-MS and ¹³C-NMR spectroscopy: quantitative determination of ascaridole, a heat-sensitive compound. **Phytochemical Analysis**, Sussex, v. 15, n. 5, p. 275-279, Sept./Oct. 2004.

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

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 Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 80-89, jan./mar. 2010.

COSTA, L. C. B. et al. Tipos de 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, nov. 2008.

CRUZ, G. V. B. et al. Increase of cellular recruitment, phagocytosis ability and nitric oxide production induced by hydroalcoholic extract from *Chenopodium ambrosioides* leaves. **Journal of Ethnopharmacology**. Lausanne, v. 111, n. 1, p. 148-154, Apr. 2007.

DAVIES, N. W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 503, n. 1, p. 1-24, 1990.

DEMBITSKYA, V.; SHKROBB, I.; HANUSA, L. O. Ascaridole and related peroxides from the genus *Chenopodium*. **Biomedical Papers**, Olomouc, v. 152, n. 2, p. 209-215, Dec. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FERRAZ, E. O. et al. Organic systems in the growth and essential-oil production of the yarrow. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 111-119, jan./mar. 2014.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística da UFOP**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2011.

GBOLADE, A. A. et al. Chemical constituents of *Chenopodium ambrosioides* var. anthelminticum herb essential oil from Nigeria. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 46, n. 4, p. 654-655, Sept. 2010.

GOPICHAND, R. D. et al. Effect of manure and plant spacing on crop growth, yield and oil-quality of *Curcuma aromatica* Salisb. in mid hill of western Himalaya. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v. 24, n. 2, p. 105-112, Sept. 2006.

GRASSI, L.T. et al. From popular use to pharmacological validation: a study of the anti-inflammatory, anti-nociceptive and healing effects of *Chenopodium ambrosioides* extract. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 148, n. 1, p. 127-138, Jan. 2013.

JABBAR, A. et al. Anthelmintic activity of *Chenopodium album* (L.) and *Caesalpinia crista* (L.) against trichostrongylid nematodes of sheep. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 114, n. 1, p. 86–91, Oct. 2007.

JARDIM, C. M. et al. Composition and antifungal activity of the essential oil of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 34, n. 9, p. 1213–1218, 2008.

KAMEL, E. G. et al. Parasitological and biochemical parameters in *Schistosoma mansoni*-infected mice treated with methanol extract from the plants *Chenopodium ambrosioides*, *Conyza dioscorides* and *Sesbaniasesban*. **Parasitology International**, Amsterdam, v. 60, n. 4, p. 388–392, Dec. 2011.

KATO, S.; BOWMAN, D. D.; BROWN, D. L. Efficacy of *Chenopodium ambrosioides* as an anthelmintic for treatment of gastrointestinal nematodes in lambs. **Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants**, Birmingham, v. 7, n. 2, p. 11–25, 2000.

KUMAR, R. et al. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxic and antioxidant activity. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 115, n. 2, p. 159–164, Apr. 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rimas Artes e Textos, 2000. 319 p.

LAWRENCE, B. M. Wormseed or chenopodium oil. **Perfumer and Flavorist**, Wheaton, v. 24, p. 45–46, 1999.

LINSTROM, P. J.; MALLARD, W. G. (Ed.). **NIST chemistry webbook, nist standard reference database number 69**. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2005.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544 p.

MAIA, S. S. S. et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) POIT). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, 2008.

MAPELI, N. C. et al. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 32-37, jan./mar. 2005.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 101-110; jan./fev. 2008.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, July 1962.

NASCIMENTO, F. R. F. et al. Ascitic and solid ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. **Life Sciences**, Oxford, v. 78, n. 22, p. 2650-2653, Apr. 2006.

NASCIMENTO, J. T. et al. Rendimento de palmito de pupunheira em função da aplicação de esterco bovino e adubação química. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 19-21, jan./mar. 2005.

NENAAH, G. E.; IBRAHIM, S. A. Chemical composition and the insecticidal activity of certain plants applied as powders and essential oils against two stored-products coleopteran beetles. **Journal of Pest Science**, Washington, v. 84, n. 3, p. 393-402, Sept. 2011.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 346-52, set. 2002.

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

OWOLABI, M. S. Inhibition of potato tuber sprouting during storage by the controlled release of essential oil using a wick application method. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v. 45, p. 83-87, Feb. 2013.

PATRÍCIO, F. J. et al. Efficacy of the intralesional treatment with *Chenopodium ambrosioides* in the murine infection by *Leishmania amazonensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 115, n. 2, p. 313-319, Jan. 2008.

RENDLE, A. B. **The classification of flowering plants:** volume 2. Cambridge: University Press, 1904. 429 p.

RODRIGUES, E. T.; SUMIOKA, A. T. Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 822-828, ago. 2003.

ROSAL, L. F. et al. Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 670-678, set./out. 2011.

- SÁ JÚNIOR, A. et al. Application of the Koppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 108, n. 1-2, p. 1-7, Apr. 2012.
- SANTOS, F. M. **Adubação orgânica, agro-homeopatia e cultivo in vitro no crescimento e produção de constituintes voláteis de *Aloysia gratissima***. 2012. 133 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- SCRAVONI, J. et al. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. **Brasilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 4, p. 345-352, out./dez. 2005.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Empresa Brasileira de Agropecuária, 1999. 370 p.
- 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. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 1102 p.
- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. p. 387-341.
- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. p. 387-341.
- SOARES, C. A. **Plantas medicinais do plantio à colheita**. São Paulo: Ícone, 2010. 312 p.
- SU, H. C. F., Toxicity and repellency of Chenopodium oil to four species of stored-product insects. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 26, n. 1, p. 178-182, 1991.

TRIVELLATO-GRASSI, L. et al. From popular use to pharmacological validation: A study of the anti-inflammatory, anti-nociceptive and healing effects of *Chenopodium ambrosioides* extract. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 145, n. 1, p. 127-138, Jan. 2013.

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

VASCONCELOS, G. B. **Adubação orgânica e biodinâmica na produção de chicória (*Chichorium endívia*) e de beterraba (*Beta vulgaris*), em sucessão.** 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern applied statistics with S.** New York: Springer, 2002. 497 p.