

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO
CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO
ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES MEDICINAIS**

EDINÉLIA LIMA AMORIM

**CRUZ DAS ALMAS-BA
FEVEREIRO/2014**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO
CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO
ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES MEDICINAIS**

EDINÉLIA LIMA AMORIM

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO COLEGIADO DE
CURSO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS,
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FITOTECNIA.

ORIENTADOR: PROF^a DR^a FRANCELI DA SILVA
CO-ORIENTADOR: PROF. DR^o. MANOEL TEIXEIRA DE C. NETO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

A524a	<p data-bbox="533 763 826 797">Amorim, Edinéia Lima.</p> <p data-bbox="533 801 1299 972">Avaliação de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial de espécies medicinais / Edinéia Lima Amorim. – Cruz das Almas, BA, 2014. 124f.; il.</p> <p data-bbox="587 1008 1158 1072">Orientadora: Franceli da Silva. Coorientador: Manoel Teixeira de Castro Neto.</p> <p data-bbox="533 1108 1299 1211">Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p data-bbox="533 1247 1299 1382">1.Plantas medicinais – Cultivo. 2.Plantas medicinais – Óleo essencial – Avaliação. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p data-bbox="986 1417 1166 1451">CDD: 581.634</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
EDINÉLIA LIMA AMORIM

Membro Presidente: Profa. Dra. Franceli da Silva
Instituição: UFRB

Membro Externo à Instituição: Profa. Dra. Viviane Modesto Arruda
Instituição: UEMG

Membro Externo ao Programa: Profa. Dra. Cintia Armond
Instituição: UFRB

Homologada em / / .

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Doutorado em Ciências Agrárias em..... Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

Ao meu Deus;

Ao meu amor, Gilberto Lima;

À minha mãe, Ana;

Aos meus irmãos, Sinho, Dida e Baby;

Aos meus sobrinhos, Ravy, Bia e Duda;

Dedico

Ando devagar; porque já tive pressa
E levo esse sorriso, porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza, de que muito pouco sei
Ou nada sei...

Penso que cumprir a vida, seja simplesmente
Compreender a marcha, e ir tocando em frente...

É preciso amor, pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso a chuva para florir...

Almir Sater

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, muito obrigada por ter me guiado até aqui, por ter me dado forças para superar as dificuldades, por nunca desistir de mim;

À minha família, em especial a minha mãe Ana, o meu muito obrigada por sempre acreditarem em mim;

Aos meus irmãos, Sinho, Dida e Baby, obrigada pelo carinho;

Aos meus lindos sobrinhos, Bia, Duda e Ravy;

Ao meu namorado, Gilberto, pela compreensão, paciência, amor e amizade dedicados a mim. Obrigada por tudo!

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pelos ensinamentos transmitidos;

À professora Dra. Franceli da Silva, pela confiança, amizade, dedicação, orientação e por todos os momentos que precisei. O meu muito obrigado!

Ao professor Manuel Teixeira de Castro Neto, muito grata por sua ajuda, cedendo o local para montagem do experimento, tirando dúvidas, emprestando material;

Ao funcionário Alberico e à equipe de campo, em especial Renato, Jai, Carlos, que por diversas vezes me auxiliaram nos trabalhos de campo; e ao guarda Zuzu, pela sua boa vontade de sempre me auxiliar, anotando meus dados;

À equipe do Laboratório de Produtos Naturais-LAPRON da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS, em especial à professora Dr^a Angélica Lucchese, pelo apoio.

À Lucylia, minha companheira de casa de todos os momentos, sempre me incentivando e apoiando;

À Maria Elisa, minha amiga desde a graduação, obrigada por tudo!

Aos amigos: Dryelli, Tâmara, Carlos Henrique, Murillo Anderson, e todos os amigos de mestrado e doutorado, o meu muito obrigada. Sem vocês as coisas seriam muito mais difíceis;

Aos meus amigos de sempre: Carol, Marina, Kátia, Aline, Edivania, Mariana, Cleide, Cleiton, Rosana; obrigado por fazerem parte de minha vida.

Aos estagiários PIBIC, Jardel e Rodrigo, muito obrigada pela ajuda;

Ao colega de mestrado, Sergio, pela contribuição nas análises;

À Simone Teles, pelo auxílio com a extração do óleo;

Por fim, agradeço à CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de Estágio de Mestrado que possibilitou o desenvolvimento do trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1	
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA HORTELÃ-DA-FOLHA-GROSSA (<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng).....	15
Capítulo 2	
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DO MANJERICÃO (<i>Ocimum basilicum</i> L.).....	54
Capítulo 3	
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DO HORTELÃ-MIÚDO (<i>Mentha piperita</i> L.).....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES MEDICINAIS

Autora: Edinélia Lima Amorim

Orientadora: Dra. Franceli da Silva

Co-Orientador: Dr. Manuel Teixeira de Castro Neto.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial em diferentes espécies de plantas medicinais: hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng); manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.). O experimento foi conduzido em viveiro, instalado no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB. Foram avaliados 5 diferentes substratos: T1- solo; T2 – húmus de minhoca + solo + areia; T3 - composto orgânico + solo+ areia; T4 – esterco bovino + solo + areia; T5 - cama de frango + solo + areia nas proporções 2:1:1. O substrato com húmus de minhoca foi eficiente para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e da raiz e o rendimento do óleo essencial, na espécie hortelã-da-folha-grossa. O principal composto químico identificado foi o carvacrol. No Manjerição, o substrato com húmus de minhoca foi eficiente nas variáveis altura de planta, biomassa seca da parte aérea, biomassa fresca e seca das raízes e rendimento do óleo. O substrato com esterco bovino e cama-de-frango foi eficiente em diâmetro do caule, clorofila a, b e clorofila total e biomassa fresca da parte aérea. O principal componente químico identificado foi e-cinamato de metila. No hortelã-miúdo, o substrato com esterco bovino foi eficiente para as variáveis biomassa fresca e seca da parte aérea e da raiz, e rendimento do óleo. As variáveis diâmetro do caule, clorofila a, clorofila total e comprimento do caule não diferiram entre si. O principal componente químico identificado nesta espécie foi o óxido de piperitenona. Concluiu-se que os substratos orgânicos, na proporção utilizada, incrementaram o crescimento, desenvolvimento, teor e rendimento do óleo essencial das espécies medicinais estudadas, além da produção de importantes componentes químicos de grande relevância pela indústria.

Palavras-chave: *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng; *Ocimum basilicum* L.; *Mentha piperita* L.; biomassa; princípio ativo.

EVALUATION OF DIFFERENT SUBSTRATES IN ORGANIC GROWTH, YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF SPECIES MEDICAL

Author: Edinélia Lima Amorim

Advisor: Dr. Franceli da Silva

co-supervisor: Manoel Teixeira de Castro Neto

ABSTRACT : The objective of this study was to evaluate the influence of different organic substrates on growth , yield and chemical composition of essential oil in different species of medicinal plants : mint - and leaf - thick (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) ; Basil (*Ocimum basilicum* L.) and peppermint - kid (*Mentha piperita* L.) . The experiment was conducted in greenhouse, installed in the experimental field of the Federal University of Recôncavo of Bahia / UFRB. 5 different substrates were evaluated : T1 - soil; T2 - earthworm compost + soil + sand ; T3 - organic compost + soil + sand ; T4 - cattle manure + soil + sand ; T5 - poultry litter + soil + sand in the proportions 2:1:1 . The substrate with earthworm humus was efficient for the variables plant height , stem diameter , leaf area , fresh and dry biomass of shoot and root and yield of essential oil, peppermint - kind - of - thick sheet . The main chemical compound carvacrol was identified . Basil in the substrate with earthworm humus was efficient in the variables plant height , dry shoot biomass , fresh and dry biomass of roots and oil yield . The substrate with manure and bed - of - chicken was efficient in stem diameter , chlorophyll a , b and total chlorophyll and fresh shoot biomass . The main chemical component was identified and methyl cinnamate . As a kid mint, with manure substrate was efficient for the variables fresh and dry biomass of shoot and root and oil yield . Variables stem diameter , chlorophyll a , chlorophyll and stem length did not differ . The main chemical component was identified oxide piperitenone . Concluding that the organic substrates used in proportion , increased the growth, development , content and essential oil yield of the studied medicinal plants , besides the production of important chemical components of great relevance for the industry.

Keywords: *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng; *Ocimum basilicum* L.; *Mentha piperita* L; biomass; active principle.

INTRODUÇÃO

As plantas medicinais, bem como os seus respectivos óleos essenciais, são utilizadas desde o início da história da humanidade para dar sabor à comidas e bebidas; empiricamente utilizadas para disfarçar odores desagradáveis, atrair outros indivíduos e controlar problemas sanitários, contribuindo também para a comunicação entre os indivíduos e influenciando o bem-estar dos seres humanos e animais, demonstrando assim uma antiga tradição sociocultural e socioeconômica na utilização destes produtos (FRANZ, 2010). Estima-se que aproximadamente 80% da população mundial empregam frequentemente algum tipo de fitoterápico em suas necessidades primárias de saúde (BAGETTA et al., 2010). Dentre os produtos naturais empregados em abordagens terapêuticas, os óleos essenciais (OE), utilizados frequentemente na aromaterapia, são descritos como produtos com grande potencial terapêutico e farmacológico (EDRIS, 2007).

Dentre as plantas medicinais, o Manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), o Hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.) e a Hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng), são espécies de interesse econômico, pois os seus óleos essenciais são uma rica fonte das substâncias como: linalol, mentol e carvacrol, com várias aplicações industriais, como em produtos de higiene bucal, flavorizantes, aromatizantes de alimentos e bebidas, em perfumaria e produtos farmacêuticos (MATOS, 2000; KUMAR et al., 2002).

Ainda são poucas as informações disponíveis relativas aos aspectos agrônômicos, como adubação orgânica, época de colheita e outros fatores, havendo assim a necessidade de estudos que revelem o comportamento dessas espécies (SCHEFFER et al., 2009). Segundo Stefanini et al.(2002), em locais de diferentes características edafoclimáticas, é possível que a produção de biomassa e os teores de princípios ativos não sejam os mesmos. O estudo dessas variações é de grande importância para que se escolha uma boa estratégia de produção do manjeriço, hortelã-miúdo e hortelã-da-folha-grossa, a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial.

Neste contexto, justifica-se avaliar a influência dos diferentes tipos de substratos orgânicos no crescimento, rendimento e composição química do óleo essencial da hortelã-da-folha-grossa, manjeriço e hortelã-miúdo, visando

oferecer aos produtores destas espécies, alternativas para a obtenção de resultados econômicos significativos na produção agrônômica dessas plantas, presentes em quase todo o território brasileiro.

A principal hipótese a ser investigada é que diferentes substratos orgânicos podem interferir no crescimento e desenvolvimento de plantas medicinais, como também na quantidade e qualidade do seu óleo essencial. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes substratos orgânicos no crescimento, desenvolvimento, rendimento e composição química do óleo essencial de três espécies de plantas medicinais: hortelã-da-folha-grossa, manjerição e hortelã-miúdo.

REVISÃO DE LITERATURA

Importância das plantas medicinais

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), planta medicinal é qualquer planta que possua, em uma ou em várias partes, substâncias usadas com finalidade terapêutica ou que estas substâncias sejam ponto de partida para a síntese de produtos químicos e farmacêuticos. Fonte (2004) afirma que a presença de substâncias farmacologicamente ativas faz com que uma determinada planta seja considerada medicinal, sendo estas substâncias chamadas de princípios ativos. Denomina-se de princípios ativos as substâncias responsáveis pelo efeito terapêutico da planta

Nos últimos anos a demanda por medicamentos à base de plantas medicinais vem crescendo mundialmente. Nos países desenvolvidos, como alternativa mais saudável, ou menos danosa, de tratamento. Nos países em desenvolvimento, como resultante do não acesso aos medicamentos farmacológicos (FREITAS, 2007).

A utilização de plantas com fins medicinais pela humanidade é prática terapêutica antiga na prevenção de doenças, alívio de sintomas e cura (VEIGA JÚNIOR et al., 2005). O cultivo de plantas medicinais vem aumentando ao longo dos anos e assume importância cada vez maior no mundo, devido ao grande interesse das indústrias químicas, farmacêuticas, alimentícias e de cosméticos (SOUZA et al., 2007). Sacramento (2009) afirma que no Brasil, 63% dos

medicamentos disponíveis são consumidos por apenas 20% da população, o restante possui como única fonte terapêutica o uso dos recursos naturais.

Apesar das estatísticas divulgadas serem pouco descritivas e imprecisas para o comércio referente a plantas medicinais, ainda é possível notar com clareza a importância desses produtos para o Brasil, principalmente quando se considerara o valor agregado (YAMAMOTO, 2006). O problema é que a crescente utilização desta flora vem ocorrendo de forma desordenada, o que poderá favorecer a perda da biodiversidade. Levantamentos efetuados junto a indústrias e farmácias atestam que mais da metade das plantas medicinais encontradas, no mercado formal ou mesmo informal, são nativas, obtidas por meio de coleta, sendo algumas espécies incultiváveis (MING et al., 2003). O aumento na demanda de matéria-prima para produtos naturais e os preços atrativos, quando comparados com os demais produtos agrícolas, despertou o interesse de produtores rurais para o cultivo de plantas medicinais (SCHEFFER et al., 1999; YAMAMOTO, 2006).

O crescimento exponencial no uso de terapias naturais no tratamento de várias doenças, agudas e crônicas, ocorre de forma paralela ao progresso científico e tecnológico da medicina moderna ocidental, e desperta o interesse de usuários, pesquisadores, profissionais e gestores de serviços de saúde (SPADACIO et al., 2010). As terapias naturais configuram-se como opções em potencial para o cuidado com a saúde, enquanto práticas terapêuticas, sendo evidente a ampliação do uso dessas terapias em alguns casos específicos como, por exemplo, para o câncer (SPADACIO; BARROS, 2008).

O conhecimento tradicional é rico em informações benéficas. Porém, a falta de conhecimento tóxico-farmacológico, deixa as pessoas mal informadas acerca das plantas como as principais fornecedoras dos grandes venenos da história da humanidade. As plantas não são uma fábrica de remédios prontos para doenças específicas. Elas são um complexo de inúmeras substâncias, em sua maioria desconhecidas, muitas delas capazes de exercer ação tóxica sobre o organismo (GOTTLIEB et al., 1996; RITTER et al., 2002).

Desta maneira, as plantas com propriedades terapêuticas utilizadas no cuidado de saúde, tradicionalmente constituem uma importante fonte de novos compostos biologicamente ativos (OLIVEIRA et al., 2006). A composição química das plantas medicinais pode variar segundo a localização dos óleos essenciais,

condições climáticas e sistemas de cultivo (MAROTTI et al., 1994; MAIA, 1998; AFLATUNI, 2005).

Cultivo orgânico de plantas medicinais

O cultivo agrícola nos dias atuais tem obtido resultados satisfatórios em produtividade e atende às exigências do mercado. Entretanto, o processo de produção segue acumulando impactos ambientais que ameaçam comprometer, no futuro, o padrão atual de produção com prejuízos econômicos e ambientais bastante significativos.

O sistema de agricultura orgânica é definido como um sistema sustentável, por meio do manejo e proteção dos recursos naturais, do não uso de produtos químicos, que contribui para o aumento da fertilidade, da vida do solo e da diversidade biológica (BETTIOL et al., 2002). Quimicamente, a matéria orgânica é a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH; aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas. Biologicamente, a matéria orgânica aumenta a atividade dos micro-organismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes (EMBRAPA 2006). A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização (LEITE et al., 2003).

A adubação orgânica das plantas medicinais, além de ser parte essencial nos sistemas de cultivo, fornece nutrientes para as plantas e merece destaque, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativo (COSTA et al., 2008). Na produção de Plantas medicinais, os efeitos benéficos apresentados pela adubação orgânica em diversos estudos, evidencia a importância dessa prática na produção agrícola, tanto para o fornecimento de nutrientes para as plantas, como para o equilíbrio na estrutura física, química e biológica do solo. Segundo Malavolta et al. (2002), a adubação orgânica é importante para produtividade de muitos tipos de culturas, considerando, sobretudo, a grande variação das características físico-químicas. Entretanto, a melhoria da capacidade produtiva do solo é um processo gradual onde a matéria orgânica tem influência direta (BONILLA, 1992).

Os adubos orgânicos possuem efeito regulador na temperatura do solo, retardam a fixação do fósforo e elevam a capacidade de troca catiônica do solo, reduzindo a lixiviação de nutrientes como o potássio, o cálcio e o magnésio (MALAVOLTA et al., 2002). Biasi et al. (2009), afirmam que a disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores relevantes na produção de plantas medicinais para extração de óleos essenciais e outros princípios ativos, que interfere no metabolismo primário e secundário das plantas medicinais, melhorando a estrutura física do solo e aumentando a sua capacidade em reter umidade. Dentre os diversos tipos de adubos orgânicos nota-se o húmus de minhoca, a cama-de-frango, o esterco bovino e composto orgânico.

O húmus de minhoca é o produto final da ação combinada das minhocas e também da microflora e microfauna que vivem em seu trato intestinal, que transformam materiais orgânicos de origem animal e vegetal em compostos mais estabilizados quimicamente (BUSATO, 2008). Esse adubo orgânico se apresenta em forma coloidal e pode influir em diversas propriedades físicas e químicas do solo, melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e coesão, aumenta a capacidade de retenção de água, diminui a variação da temperatura do solo, aumenta na capacidade de troca catiônica, aumenta o poder tampão; compostos orgânicos atuam como quelato, matéria orgânica em decomposição é fonte de nutriente (WEINÄRTNER, ALDRIGHI e MEDEIROS, 2006).

Muito rico em nitrogênio, o esterco de galinha é aplicado normalmente junto com a maravalha (cama) que é colocada para acomodar frangos em aviários. Este material quando bem curtido, apresenta-se bem farelado, escuro e frio, sem excesso de amônia. A madeira da maravalha se decompõe quase totalmente devido a grande quantidade de nitrogênio do esterco. Nem sempre este insumo está disponível ao agricultor e deve-se ter cuidado quanto à origem da madeira que compõe a cama (WEINÄRTNER, ALDRIGHI e MEDEIROS, 2006). Segundo Sousa e Rezende (2003), o efeito do esterco de aves é muito similar ao da uréia, devido á sua rapidez, sendo porém, os que mais rápido desaparecem. Fonseca (2005) afirma que o esterco de galinha é rico em macronutrientes e micronutrientes, dando excelentes condições de equilíbrio orgânico para o solo.

O esterco bovino é um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, principalmente por pequenos agricultores (ALVES et al., 2005). O esterco de gado aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de

retenção de água, a porosidade do solo e a agregação do substrato (SILVA et al., 2005). A adubação com esterco também proporciona uma redução nos custos de produção, pelo menor uso de adubos químicos nos plantios, e dá um destino ao grande volume de excremento produzido em várias propriedades (LEKASIA et al., 2002).

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica em condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não oferece riscos ao meio ambiente (VALENTE et al., 2009). Segundo Miller (1992), o processo de compostagem é marcado por uma contínua mudança das espécies de microrganismos envolvidos, devido às modificações nas condições do meio, sendo praticamente impossível identificar todos os presentes no composto orgânico.

Malavolta et al. (2002) concluíram que cada espécie tem exigências diferentes quanto à fertilidade do solo, mas, a maioria adapta-se melhor em solo leve e fértil, onde as raízes têm facilidade para se desenvolverem. Além de fornecer nutrientes, que são liberados pelo processo de mineralização, a adubação orgânica é fonte de energia para micro-organismos úteis. Segundo os autores Corrêa Junior et al. (1994) e Sartório et al. (2000), o uso da adubação orgânica e das demais práticas da agricultura de base ecológica, sobretudo em espécies medicinais, favorece a preservação dos princípios ativos e permite o desenvolvimento de plantas mais resistentes às pragas e doenças, livres de produtos químicos.

Óleos essenciais de Plantas medicinais

O óleo essencial é uma mistura complexa de substâncias voláteis lipofílicas (metabólitos secundários), geralmente odoríferas e líquidas. Podem ser chamados de óleos voláteis, óleos etéreos ou essências, devido a algumas de suas características físico-químicas como volatilidade, solubilidade em solventes orgânicos (como o éter), e aroma intenso e muitas vezes agradável (MATTOS et al., 2007).

Os óleos essenciais são originados do metabolismo secundário das plantas e possuem composição química lipofílicas e geralmente odoríferas e líquidas, e sua principal característica física química é a volatilidade (BORGES et al., 2003). As funções fisiológicas dos princípios ativos nas plantas ainda não estão completamente esclarecidas, mas, associa-se à sua produção e à defesa das plantas contra agentes externos (OLIVEIRA, 2008).

Os benefícios das plantas medicinais para saúde humana são atribuídos ao seu princípio ativo, que está diretamente relacionado à sua eficácia terapêutica. No entanto, a qualidade e a concentração do princípio ativo procedem do metabolismo secundário das plantas, constituindo-se, dessa forma, em resposta do mecanismo de integração da planta com o ambiente. Geralmente, o excesso ou deficiência de algum fator de produção para a planta é caracterizado como situação de estresse, estimulando o vegetal a produzir esses compostos responsáveis pelo efeito medicinal (MARTINS et al., 2000).

A biossíntese do óleo essencial é afetada por vários fatores como clima, solo, regiões geográficas, duração do dia e noite, idade da planta, órgão onde se localiza, estresses, etc (MATTOS et al., 2007). O conhecimento dos fatores que influenciam a variação dos compostos químicos nas plantas medicinais permite obter uma matéria prima de melhor qualidade (CASTRO et al., 2004). A luminosidade, temperatura, pluviosidade e a nutrição da planta são alguns fatores que alteram significativamente a produção dos metabólitos secundários, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos (MORAIS 2009; CORRÊA JUNIOR et al., 1994). Dentre esses fatores que alteram a produção dos metabólitos secundários destaca-se a nutrição. A nutrição é um dos parâmetros que requer atenção, pois o excesso ou a deficiência de nutrientes pode estar diretamente correlacionado à variação na produção de substâncias ativas. A nutrição é um dos fatores que afeta diretamente a produção de biomassa e a produção de óleo essencial em diversas plantas medicinais (BIASI et al., 2009).

As propriedades farmacológicas atribuídas aos OE são diversas, e algumas são preconizadas por apresentarem vantagens importantes, quando comparadas a outros medicamentos, como por exemplo a sua volatilidade, que os tornam ideais para uso em nebulizações, banhos de imersão ou simplesmente em inalações. A volatilidade e baixo peso molecular de seus componentes, possibilita

que sejam rapidamente eliminados do organismo por meio das vias metabólicas (BANDONI; CZEPAK, 2008).

Os óleos essenciais apresentam diferentes propriedades biológicas, como a ação larvicida, (RAJKUMAR et al., 2010), atividade antioxidante, (WANNES et al., 2010), ação analgésica e anti-inflamatória, (MENDES et al., 2010), fungicida, (CARMO et al., 2008) e atividade antitumoral (SILVA, 2008). Outro aspecto importante, quanto ao uso dos óleos essenciais, refere-se à forma de obtenção. Estes podem ser extraídos através de inúmeras técnicas, e suas propriedades dependem do tipo de extração. Os métodos mais utilizados são: extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, extração por alta pressão e extração por CO₂ supercrítico (OKOH et al., 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFLATUNI, A. **The yield and essential content of mint (*Mentha ssp*) in northern Ostrobothnia**. 50 f. Dissertação – Departamento de Biologia – Universidade de Oulu, Finlândia. Oulu, 2005.

ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; SADER, R.; ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**. Jaboticabal: vol. 27, n. 1, p. 132-137, 2005.

BAGETTA, G. et al. Neuropharmacology of the essential oil of bergamot. **Fitoterapia**, v.81, n. 6, p. 453-61, Sep/ 2010.

BANDONI, A. L.; CZEPAK, M. P. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil**. Vitória: Edufes, 624p. 2008.

BARROS, N. F. Uso de medicinas alternativas e complementares por pacientes com câncer: Revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, p.7-13, 2008.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J. A. H.; LIGO, M. A. V.; MINEIRO, J. L. C. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.565-572, jul/set 2002.

BIAGI, Rogério M. M.; GONÇALVES, P. de Souza; MATTOSO, Luiz H. C. **Desempenho da Borracha natural crua...** Circular técnica, 32 Embrapa Instrumentação agropecuária, 2006

BIASI, L. A. et al. Tipos de cobertura do solo e épocas de colheita na produção de melissa. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 27, p. 314-318, 2009

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida.** São Paulo: Nobel, 260p. 1992.

BORGES, A. L. TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. da S.; SILVA, M. N. B. da. Cultivo orgânico de fruteiras tropicais - manejo do solo e da cultura. Cruz das Almas: **EMBRAPA-CNPMPF**, 2003. (Comunicado Técnico 64).

BUSATO, J. G. **Guia para adubação orgânica baseado na experiência com solos e resíduos do Norte Fluminense** - Niterói : Programa Rio Rural, 2008. 28 f. (Manual Técnico, 14)

CARMO, E. S.; LIMA, E.O.; SOUZA, E. L. The potential of *origanum vulgare* L. (Lamiaceae) essential oil in inhibiting the growth of some food-related *aspergillus* species. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n.2, p. 362-367, June/2008

CASTRO, H. G. de; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários.** 2. ed. Visconde do Rio Branco: UFV, 2004. 113 p.

CORREA JÚNIOR, C. MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 162p

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CARDOSO, M. G. Produção de biomassa e óleo essencial de elixir-paregórico em função do corte das inflorescências e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 175-179, 2007.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CORRÊA, R. M. ; REIS, E. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E. S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2173-2180, 2008.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. **Phytotherapy Reserch**, v.21, p.308-323, 2007.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: **Embrapa**, 2006, 2a ed. 412p.

FONSÊCA, A. C. O. **Viabilidade de substratos orgânicos e NPK na cultura do amendoineiro (Arachis hypogaea L.) em um Latossolo do Recôncavo Baiano**. 2005. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

FONTE, N. N. **A complexidade das plantas medicinais: algumas questões de sua produção e comercialização**. Tese (Doutorado em agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FRANZ, C. M. Essential oil research: past, present and future. **Flavour Fragrance Journal**, v. 25, p. 112-113, 2010. ISSN 1099-1026 v

FREITAS, A. de. **Estrutura de mercado do segmento de fitoterápicos no contexto atual da indústria farmacêutica brasileira**. Química Nova **vol.33 no.6 São Paulo 2007**.

GOTTLIEB, O.; KAPLAN, M. A.; BORIN, M. R. M. B. **Biodiversidade, Um enfoque Químico-Biológico**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora UFRRJ, 1996, 147 p.

KUMAR, S.; BAHL, J. R.; BANSAL, R. P.; GUPTA, A. K.; SINGH, V.; SHARMA, S. High economic returns from companion and relay cropping of bread wheat and menthol mint in the winter-summer season in north Indian plains. **Industrial Crops and Products**, v.15, p.103-114, 2002.

LEKASIA, J. K.; TANNERB, C. S.; KIMANIA, K.; HARRIS, P. J. C. Quality off cattle fertilizer in district of Maragua, Quênia central: effect of administration practices and development of simple methods of evaluation. **Kenya Institute of Agricultural Research**, P.O Box 57811. UNITED KINGDOM, 2002.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos

em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 27, 2003.

MAIA, N. B. Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva. In: MING, L. C. et. al (ed). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998, v.2. p. 81-95.

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

MAROTTI, M. et al. Effects of planting time and mineral fertilization on peppermint (*Mentha x piperita* L.) essential oil composition and its biological activity. **Journal of Flavour and Fragrance**. 1994, n. 9, p. 125-129.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas Mediciniais**. Viçosa: UFV. 2000. 220p.

MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 2000. 346p.

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará**: tecnologia de produção e óleos essenciais. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.(série BNB - ciência e tecnologia 2)

MENDES, et al. Evaluation of the analgesic and anti-inflammatory effects of the essential oil of *Lippia gracilis* leaves. **J Ethnopharmacol** 129(3): 391-397. 2010

MILLER, F. C. Composting as a process base don the control of ecologically selective factors. In: **Meeting, F.B. Soil Microb. Ecol.**, 18: 515-543., 1992

MING, et al. Manejo e cultivo de plantas medicinais: algumas reflexões sobre perspectivas e necessidades no Brasil In: **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais**. Cuiabá: Unicen, 2003. p.149-156.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, p. 4050-4063, 2009.

OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. **Food Chemistry** 120, 308-312. 2010

OLIVEIRA, et al. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 77-82, 2006.

OLIVEIRA, J. E. Z., **Plantas Medicinais: Tratos Culturais e Emprego**. 2^o Edição. Ubá-MG. ECIINE/UEMG – Campus Ubá. 2008. 65p

RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Chemical composition and larvicidal activity of leaf essential oil from *Clausena dentata* (Willd) M. Roam. (Rutaceae) against the chikungunya vector, *Aedes aegypti* Linn. (Diptera: *Culicidae*). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 13, 107-109. 2010.

RITTER, M. R.; SOBIERAJSKI, G. R.; SCHENKEL, E. P.; MENTZ, L. A. Plantas usadas como medicinais no município de Ipê, RS, Brasil, **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.12, n.2, p. 51-62. 2002.

SACRAMENTO, H. T. Perspectivas da fitoterapia latino americana no novo milênio. Disponível em: <<http://paginas.unisul.br/acpm/bol002.htm>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

SARTÓRIO, M. L. et al. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Ed. Aprenda Fácil, 258p. 2000.

SCHEFFER, M. C.; MING, L. C.; ARAÚJO, A. J. de. Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (ed.). Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Petrolina: **Embrapa** Semi-Árido/Brasília-DF/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

SILVA, E. A. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 2, p. 245-254, Londrina, 2008.

SILVA, M. N. B. da.; BELTRAO, E. de M.; CARDOSO, D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, , vol.9, no.2,p.222-228. ISSN 1415-4366. 2005.

SOUSA, J. L.; RESENDE, P. Manual de Horticultura Orgânica. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2003. 564p.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F. (Ed.) Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. p. 275-374, 2007.

SPADACIO, C.; BARROS, N. F. Uso de medicinas alternativas e complementares por pacientes com câncer: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, p.7-13, 2008.

SPADACIO, C. et al. Medicinas Alternativas e Complementares: uma metassíntese. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 26, n.1,p.7-13, Jan/2010.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.18-23, 2002.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que Afetam o Desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Revisão Bibliográfica - Depto. Zootecnia UFP**. Pelotas-RS. - Arch. Zootec. Vol. 58 (R): 59-85. 2009.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura?. **Química nova**, São Paulo, v.28, n.3. 2005.

WANNES, W. A. et al. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. **Food and Chemical Toxicology** 48, 1362-1370. 2010

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S. e MEDEIROS, C. A. B. Práticas Agroecológicas: **Adubação orgânica**, 20f, Pelotas, 2006.

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. Dissertação (Agricultura

Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Universidade de São Paulo, Campinas, 2006

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA HORTELÃ-DA-FOLHA-GROSSA

*(Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng.)*¹

¹Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de plantas medicinais.

Avaliação de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial da hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus* (lour.) spreng.)

Autora: Edinélia Lima Amorim

Orientador: Franceli da Silva

Co-Orientador: Manoel T. de Castro Neto

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos orgânicos no crescimento, desenvolvimento, rendimento e composição química do óleo essencial da hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng). O experimento foi conduzido em viveiro telado com 50% de luminosidade, instalado na área experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, em Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 10 repetições. Foram avaliados 5 diferentes substratos: T1- solo; T2 – húmus de minhoca + solo + areia; T3 - composto orgânico + solo+ areia; T4 – esterco bovino + solo + areia; T5 - cama de frango + solo + areia nas proporções 2:1:1. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do caule e medidas de clorofila A e B, e clorofila total. Após a colheita, que foi realizada aos 52 dias após o plantio, foram avaliadas a biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca e seca da raiz e o comprimento de raiz. O material vegetal foi seco em estufa, e a extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. O tratamento (T2), com húmus de minhoca, foi superior na altura das plantas, diâmetro do caule, biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca e seca da raiz e no rendimento do óleo. O teor do óleo essencial entre os tratamentos não foi significativo. Na avaliação do óleo essencial, o principal componente químico encontrado foi o carvacrol, onde não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. Conclui-se que o substrato com húmus de minhoca, na proporção utilizada foi eficiente no crescimento, desenvolvimento e rendimento do óleo da hortelã-da-folha-grossa. A composição química do óleo essencial não foi alterada com os diferentes substratos orgânicos utilizados na pesquisa.

Palavras-chaves: Planta medicinal; biomassa; nutrição de planta.

Evaluation of different organic substrates on growth, yield and chemical composition of the essential oil of mint-leaf-thick (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng)

Author: Edinélia Lima Amorim

Advisor: Dr. Franceli da Silva

Co-supervisor: Manoel Teixeira de Castro Neto

Abstract: The aim of this study was to evaluate the influence of different organic substrates on growth, development, yield and chemical composition of essential oil of mint-leaf-thick (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng). The experiment was conducted in a nursery with 50 % brightness, installed in the experimental area of the Federal University of Bahia Recôncavo - UFRB in Cruz das Almas, Bahia. The experimental design was a randomized block design with 5 treatments and 10 repetitions. 5 different substrates were evaluated: T1 - soil; T2 - earthworm compost + soil + sand; T3 - organic compost + soil + sand; T4 - cattle manure + soil + sand; T5 - poultry litter + soil + sand in the proportions 2:1:1. The variables evaluated were: plant height, stem diameter and measures of chlorophyll A and B, and total chlorophyll. After the harvest was done 52 days after planting, fresh weight and dry shoot, fresh and dry biomass of the root and root length were evaluated. The plant material was dried in an oven and essential oil extraction was performed by hydrodistillation. The treatment (T2), with earthworm castings, was superior in plant height, stem diameter, fresh and dry biomass of shoot, fresh and dry biomass of root and oil yield. The content of essential oil between treatments was not significant. In the evaluation of the essential oil, the main chemical component found was carvacrol, where no statistical differences between treatments were found. It is concluded that the substrate with earthworm castings, the proportion used was efficient in growth, development and yield of oil of mint-leaf-thick. The chemical composition of the oil was not changed with different organic substrates used in the research.

Keywords: Medicinal plant, biomass, plant nutritive.

1- INTRODUÇÃO

Hortelã-da-folha-grossa

Plectranthus amboinicus (Lor.) Spreng pertencente á família Lamiaceae, é uma planta herbácea, aromática perene, suculenta e ereta, com comprimento variando de 5 cm a 1m, nativa da Ásia Oriental, e encontra-se distribuída por toda a América Tropical, desde as Antilhas até o Sul do Brasil (CASTILLO; GONZÁLES, 1999). No Brasil é conhecida como hortelã-da-folha-grossa, hortelã-graúda, hortelã-gorda e malva. Comumente utilizada no tratamento de tosse, gripe, verme e hemorroidas (MOREIRA et al., 2002).

Este gênero compreende muitas plantas de interesse medicinal e econômico. Entretanto, a composição química é pouco conhecida. Das 300 espécies do gênero *Plectranthus* já identificadas, 62 são mencionadas por possuírem propriedades medicinais, alimentícias, flavorizantes, antissépticas, repelentes e por serem utilizados como pastagens e como plantas ornamentais (LUKHOB ET AL., 2006). Por causa das semelhanças taxonômicas, diversas nomenclaturas têm sido utilizadas para a mesma espécie do gênero *Plectranthus*, tornando difícil a coleta de informações sobre a utilização etnobotânica deste gênero. Também é importante salientar que as espécies de *Plectranthus*, comumente utilizadas para fins medicinais, possuem grande número de sinonímias (LUKHOB ET AL., 2006).

A hortelã-da-folha-grossa é amplamente utilizada na medicina popular brasileira no tratamento de doenças de pele. As suas folhas são utilizados topicamente no tratamento de furúnculos e micose superficial. É popularmente usado no tratamento de combustão, constipação, cefaléia, tosse, rouquidão, febre e doenças do aparelho digestivo (LORENZI ; MATOS , 2002; SELLAR , 2002; TORRES et al., 2005; MORAIS et al., 2005). Apesar da escassez de estudos sobre sua eficácia e segurança, *P. amboinicus* é amplamente usada no Brasil (LORENZI et al., 2002; COSTA, 2006).

Na Índia, o óleo essencial de *P. amboinicus* é rico em carvacrol (70%) e apresenta propriedades fungitóxicas frente à *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Candida versatilis* e *Fusarium sp.* (MURTHY e SRINVAS, 2009). No Ceará, o óleo essencial dessa espécie é rico em carvacrol (68%) e mostra toxicidade frente ao microcústáceo *Artemia salina* (PEREIRA et al., 2008).

O timol e o carvacrol apresentam uma atividade antibacteriana, e devido a isso, ocorre uma melhora nas patologias do trato respiratório do homem. O carvacrol tem atividade germicida, antisséptica e antifúngica (MATOS, 2000; OLIVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007). De acordo com estudos sobre a toxicidade desta espécie, foi citado apenas que quando utilizada antes de dormir pode provocar insônia, bem como algumas contraindicações como a ingestão em grandes quantidades por crianças e lactantes (MINKER et al., 2007). Apesar da escassez de estudos de avaliação sobre a eficácia e segurança da hortelã-da-folha-grossa, essa planta medicinal vem sendo usada amplamente.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em viveiro telado no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, no município de Cruz das Almas-BA, situado na latitude sul 12° 40' e longitude oeste 39° 06' 23"W, com altitude média de 220m. A precipitação média anual está em torno de 1.200 mm, com maior incidência de chuvas no período compreendido entre março e junho. O clima local é do tipo Aw a Am, tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% e a temperatura média anual é de 24,5°.

As mudas de hortelã-da-folha-grossa foram obtidas por estacas com 20 cm, de planta matriz, o excesso de folhas foram retiradas, deixando 4 folhas na parte apical das estacas. Foram colocadas em bandejas para enraizamento (20 dias) utilizando como substrato a areia lavada, até a formação das mudas.

Figura 1. a: Planta matriz. **b:** Mudas aos 20 dias de transplantadas.



Fotos: AMORIM, E. L. (2013)

Após a formação das mudas, as plantas foram retiradas das bandejas e transplantadas para vasos com capacidades para 8 kg de solo. Foram plantadas duas plantas por vaso para evitar perda de parcela. Após o total pegamento das mudas, uma das plantas foi retirada, deixando a mais vigorosa. Os tratamentos utilizados estão descritos a seguir:

- T1- solo
- T2 - Solo +Húmus de Minhoca + Areia (Proporção 2:1: 1) (adquirido comercialmente)
- T3 - Solo + Composto orgânico (preparado com esterco bovino, capim de corte e calcário, com fermentação de 75 dias) + Areia (Proporção 2:1:1)
- T4 - Solo +Esterco Bovino + Areia (Proporção 2:1: 1)
- T5 - Solo + Cama de Frango + Areia (Proporção 2:1: 1)

O solo utilizado foi o Latossolo amarelo distrófico, que é o solo natural de ocorrência no Recôncavo Baiano, onde ocorre a produção natural da espécie. O solo foi peneirado e, a ele, foram adicionados os adubos e a areia, nas quantidades 2:1: 1 (6 kg de solo, 1 kg de areia lavada, 1 kg de adubo em cada vaso).

Tabelas com as características químicas do solo e dos substratos utilizados para o cultivo da hortelã-da-folha-grossa.

Na tabela 1, encontra-se descrita a análise química de cada tratamento, antes do plantio das mudas oriundas de planta matriz, por estaquia.

Tabela 1. Composição química do solo e dos substratos, antes do plantio das plantas de hortelã-da-folha-grossa.

Substratos	pH	P	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V	M.O
	em água	mg/dm ³	Cmolc/dm ³									%	g/kg
T1	5,4	8	0,15	0,63	0,44	1,07	0,2	0,03	3,3	1,25	4,55	27	10,14
T2	7,2	300	2,56	1,95	2,01	3,96	0	0,52	0	7,05	7,05	100	19,04
T3	6,5	100	1,54	1,05	1,24	2,29	0	0,44	0	4,27	5,92	72	14,28
T4	7,3	100	3,46	0,82	1,39	2,21	0	0,38	0	6,05	6,05	100	20,07
T5	8,2	1050	8,21	1,13	2,48	3,61	0	2,17	0	13,99	13,99	100	69,85

T1- solo, T2- húmus de minhoca+solo+areia T3 – Composto orgânico+solo+areia, T4- esterco bovino+solo+areia e T5- Cama-de-frango+solo+areia *Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA.

Na tabela 2, encontra-se descrita a análise química de cada substrato, após a colheita da hortelã-da-folha-grossa.

Tabela 2. Composição química do solo dos substratos, após a colheita da hortelã-da-folha-grossa:

Substratos	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V	M.O
	em água	mg/dm ³	Cmol/dm ³									%	g/kg
T1	5,1	16	0,06	0,53	0,49	1,02	0,2	0,18	2,97	1,26	4,23	30	9,42
T2	6,6	300	0,33	2,13	1,81	3,94	0,0	0,52	1,54	4,8	6,34	76	20,7
T3	6,7	150	0,38	1,31	1,26	2,57	0,0	0,35	1,21	3,3	4,51	73	15,52
T4	6,8	100	0,51	1,43	1,92	3,35	0,0	0,18	2,2	4,04	6,24	65	20,07
T5	6,2	750	0,64	3,93	1,59	5,52	0,0	0,24	2,09	6,4	8,49	75	26,18

T1- solo, T2- húmus de minhoca+solo+areia T3 – Composto orgânico+solo+areia, T4- esterco bovino+solo+areia e T5- Cama-de-frango+solo+areia *Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA.

Na tabela 3, encontra-se descrita a análise física do solo (Latosolo amarelo distrófico), proveniente do campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Tabela 3. Características físicas do solo (Latossolo amarelo distrófico) do campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia).

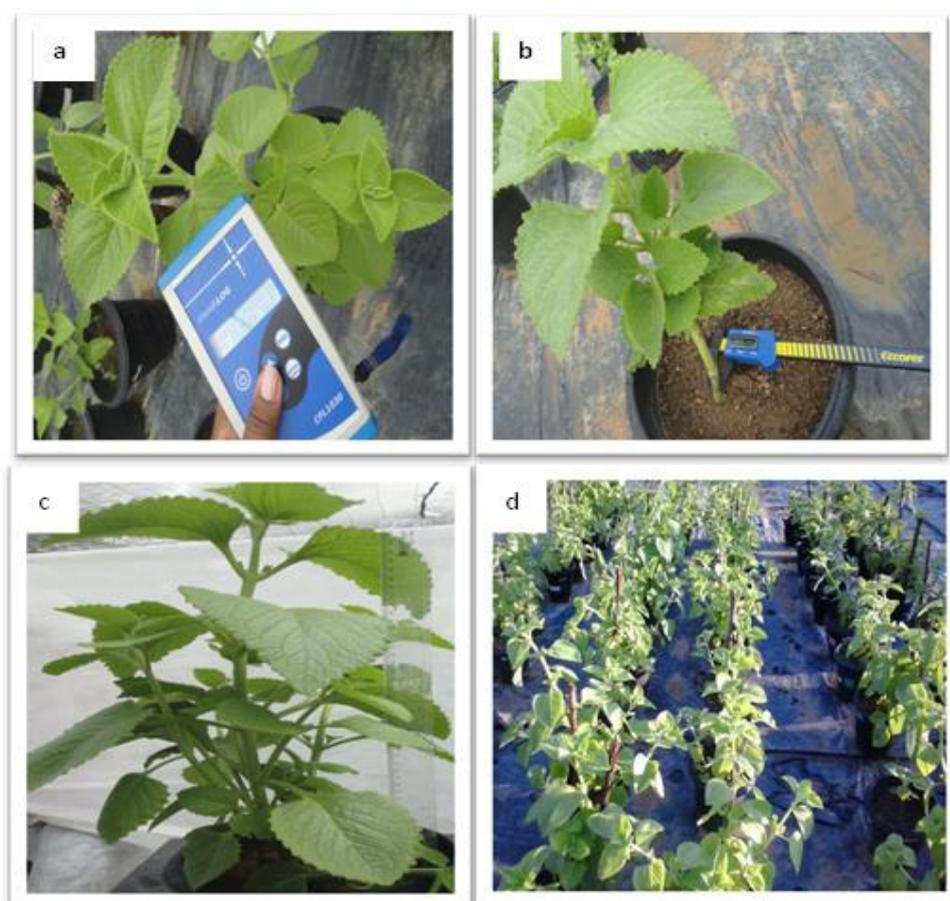
Frações granulométricas (g/Kg)						Silte	Argila	Floculação(%)	Textura
Areia									
AMG	AG	AM	AF	AMF	AT				
26	238	325	185	26	800	13	188	7	média arenosa

*Análise realizada pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Departamento de Ciência do solo.

Cultivo das plantas de hortelã-da-folha-grossa

No decorrer do período experimental, as irrigações foram realizadas diariamente ou de acordo com a necessidade da cultura. Foram feitas durante o período de crescimento, as avaliações da altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DC) e medidas de clorofila a, b e clorofila total. As medidas de clorofila foram realizadas com o aparelho eletrônico de medição de clorofila (ClorofiLOG).

Figura 2. **a** – Avaliação da variável clorofila; **b**- avaliação do diâmetro do caule, **c** - medida de altura; **d**- visão geral do experimento.



Fonte: AMORIM, E. L. (2013).

Colheita e Coleta de dados do experimento

A colheita ocorreu no mês de maio de 2013, aos 52 dias após o plantio entre 8 e 10 horas da manhã. As plantas foram cortadas a um centímetro do solo e foram determinadas a produção de biomassa da parte aérea, da raiz e o comprimento de raiz.

A biomassa da parte aérea foi determinada por meio da pesagem do material vegetal colhido, acondicionado em sacos de papel de peso conhecido, e pesados em balança analítica de precisão. A biomassa das raízes foi determinada pela recuperação das raízes: os vasos foram virados sobre peneira plástica, e o conteúdo foi lavado cuidadosamente com água corrente para separar as raízes do solo. As raízes foram colocadas sobre papel toalha para remover o excesso de água, acondicionadas em sacos de papel de peso conhecido, e pesados em balança analítica de precisão. O comprimento das raízes foi avaliado com o auxílio de uma régua graduada. Na determinação da biomassa seca, o material vegetal foi colocado em estufa com circulação forçada de ar a 40°C, até atingir peso de massa constante pelo período de 10 dias.

Figura 3. a e b- Corte da planta de hortelã-da folha-grossa, a 1 cm do solo; **c-** acomodadas em saco de papel e pesadas em balança analítica; **d-** secagem em estufa com circulação de ar forçada a 40° C



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

Avaliação da área foliar da Hortelã-da-folha-grossa

A área foliar foi determinada para 4 plantas, computando-se a área foliar total de cada planta com o sistema de análise de imagens para área foliar (Windias - WD3, Englad. UK). Como este aparelho mede a área foliar em suas cores variadas, usou-se a área verde (primária) para a área fotossinteticamente ativa, e a área amarela (secundária) para a área foliar não fotossinteticamente ativa.

Figura 4. Aparelho Windias - WD3 | Sistema de Análise de Imagens para Área Foliar



Fonte: AMORIM, E. L, (2013).

Secagem

As plantas de hortelã-da-folha-grossa foram submetidas ao processo de secagem artificial. A secagem foi realizada no laboratório do NEAS (Núcleo de Água e solo) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O material vegetal foi acondicionado em sacos de papel, e posteriormente colocados em estufa com circulação forçada de ar a 40°C, até atingir peso de massa constante. Este processo teve duração de 10 dias. Após a secagem, foi realizada a pesagem da biomassa seca da parte aérea e da raiz dos tratamentos, e posteriormente o material foi triturado com o auxílio de um moinho.

Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de produtos naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS. O material seco foi moído em moinho elétrico de facas (MA 340), e, em seguida, 1g foi utilizada na determinação do teor de umidade, que foi feita em triplicada no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte®.); as amostras foram secas à temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Amostras de 100g foram adicionadas no balão de vidro de 5 litros, contendo água destilada em volume suficiente à cobertura total do material vegetal, iniciando o processo de hidrodestilação. Foram utilizado aparelho do tipo Clevenger graduados, acoplados aos balões de vidro, sendo estes aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato (Figura 6). O processo de extração foi conduzido durante 3 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota, sendo verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada do aparelho de Clevenger. Adicionou-se ao óleo retirado do aparelho, o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Posteriormente, com o uso da pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi acondicionado em frasco de vidro de 2 mL, etiquetado e armazenado em congelador comercial a -5°C, até a realização da análise química.

Figura 5. Aparelho Clevenger: (**a**) Manta aquecedora (**b**) Balão volumétrico; (**c**) Refrigerador do sistema; (**d**) óleo essencial sendo extraído.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

O teor do óleo essencial foi calculado (Equação 1) a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume (mL) de óleo essencial em relação a massa seca.

Equação 1

$$To = \frac{Vo}{Bm - \frac{(Bm \times U)}{100}} \times 100$$

Onde:

To = Teor de óleo

Vo= Volume de óleo extraído

Bm= Biomassa aérea vegetal

(Bm×U)= Quantidade de umidade presente na biomassa

Bm-(Bm×U)=Quantidade de biomassa seca

Equação 2: Cálculo do rendimento de óleos essenciais

$$RO = TO \times MSPA/100$$

Fonte: Santos et al. (2004)

Identificação dos Componentes Químicos do Óleo Essencial

A análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada por Cromatografia de Fase Gasosa acoplada ao Detector de Ionização em Chama (CG/DIC), e de Cromatografia de Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (CG/EM). Na análise por Cromatografia Gasosa foi utilizado Cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar Chrompack CP-SIL 5 (30m x 0,5mm), com espessura do filme de 0.25 µm; temperatura do injetor de 220°C e do detector de 240°C; hélio como gás de arraste (1mL/min), com programa de temperatura do forno de: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20 min). As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, coluna capilar B-5ms

(30m x 0,25mm, espessura de filme 0.25 µm); temperatura do injetor 220°C, gás de arraste hélio (1mL/min); temperatura da interface de 240°C; temperatura da fonte de ionização de 240°C; energia de ionização 70 eV, corrente de ionização: 0,7kV e programa de temperatura do forno: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20min).

Produção relativa da cultura

A partir dos dados de colheita, determinou-se a produção relativa de cada tratamento, tendo como referência a produção do tratamento que não recebeu adubo orgânico no seu substrato (testemunha), conforme relação a seguir:

$$PR = \frac{MFPA_{ti}}{MFPA_{test}} \times 100$$

em que:

PR - produção relativa, %

MFPA_{Ti} - massa de matéria fresca da parte aérea de um dado tratamento i, g

MFPA_{Testemunha} - massa de matéria fresca da parte aérea da testemunha (T1), g.

Delineamento Estatístico

O delineamento experimental foi em bloco casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, totalizando 50 parcelas. Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS. (SAS Institute, 2010). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 e na tabela 2, estão dispostos os resultados da análise química do solo (Latosolo amarelo distrófico) e dos substratos orgânicos utilizados antes e após a colheita do experimento. Pode-se verificar pH ácido e presença de alumínio no solo. Porém com a incorporação dos adubos orgânicos ao solo,

nota-se aumento nos valores de pH e o total desaparecimento do alumínio nos tratamentos. Podendo-se inferir que provavelmente a matéria orgânica presente nos substratos com húmus de minhoca (T2), composto orgânico (T3), esterco bovino (T4) e cama-de-frango (T5), complexaram o alumínio da solução do solo, promovendo o aumento do pH fazendo com que os nutrientes ficassem mais disponíveis para utilização pelas raízes das plantas.

A análise química dos substratos mostrou, também, quantidades consideráveis de nutrientes, como o fosforo e o potássio, que tem grande relevância no crescimento e desenvolvimento das plantas. Comparando os teores desses elementos na tabela 1 (antes do plantio), em relação a tabela 2 (após a colheita), pode-se observar uma considerável redução de P e K, podendo-se atribuir à utilização desses elementos pelas plantas de hortelã-da-folha-grossa.

De acordo com Taiz e Zaiger, (2004), o P é um nutriente muito importante para a formação do sistema radicular e o seu fornecimento é fundamental nas fases iniciais do desenvolvimento da planta. E o nutriente K, em maior disponibilidade, eleva a translocação de açúcares para as regiões de crescimento da planta. Portanto, disponibilizar adubos orgânicos aos ingredientes dos substratos pode ser uma alternativa para enriquecimento de solos com características químicas desfavoráveis ao crescimento das plantas, como o Latossolo amarelo distrófico usado nesse estudo. Os latossolos, são solos muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas. Eles são representados normalmente por sua baixa à média capacidade de troca de cátions, e tem como fator limitante a baixa fertilidade. Contudo, com aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes, aliadas à época propícia de plantio de cultivares adaptadas, obtêm-se boas produções (SiBCS, 2006).

As plantas cultivadas no substrato com húmus de minhoca (T2) apresentaram-se mais vigorosas, com crescimento vegetativo superior as plantas dos demais tratamentos. (Figura 6). Este fato se deve ao fornecimento de nutrientes prontamente disponíveis à planta do substrato com húmus e à atividade microbiana existente neste adubo. De acordo com Weinartner, Aldrighi e Medeiros (2006), O húmus de minhoca se apresenta em forma coloidal e pode influir em diversas propriedades físicas, químicas e biológicas

do solo. Melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e coesão, aumenta a capacidade de retenção de água, aumenta na capacidade de troca catiônica, aumenta o poder tampão, ameniza a variação da temperatura do solo e promove o enriquecimento da microbiota do solo promovendo a ciclagem de nutrientes. Essas características podem ter contribuído para o bom desenvolvimento das plantas do tratamento (T2).

A figura 6, mostra também que o tratamento controle (T1), com ausência de adubo, tinha suas plantas com tamanho reduzido em relação às plantas dos demais tratamentos, o que era esperado, pois não houve enriquecimento do solo nesse tratamento. Comparando todos os tratamentos, verificou-se uma variação no tamanho das plantas de 41,20 cm para o tratamento T1 a 64,10 cm para o tratamento T2.

Figura 6. Plantas de hortelã-da-folha-grossa submetidas aos tratamentos: T1) controle, T2) substrato com húmus de minhoca, T3) substrato com composto orgânico, T4) substrato com esterco bovino, T5) substrato com cama-de-frango.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

O teste F da análise de variância mostraram efeitos significativos ($P < 0,05$), entre os tratamentos ao nível de 1% e 5% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da análise de variância nas características de crescimento, desenvolvimento e produção de biomassa da hortelã-da-folha-grossa

FV	GL	QM									
		Altura	Diam.	Clor a	Clo b	Clo T	MFPA	MSPA	MFRA	MSRA	CR
Bloco	9	121.66	6.02	7.44	2.28	17.09	22910.80	55.13	74.57	9.46	59.84
Trat.	4	770.42**	18.18*	25.58*	8.09*	62.16*	454090.03**	1215.75**	1656.32**	57.66**	1063.47**
Erro	36	7096.44	2.66	4,09	1.33	9.50	15940.61	37.54	50.07	7.26	39.92
Total	49										
CV%		16.78	13.54	6,87	11.65	7.83	31.20	25.62	22.48	53.15	15.95
M.Geral		50.18	12.04	29.45	9.91	39.36	404.57	23.91	31.47	7.07	39.61

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

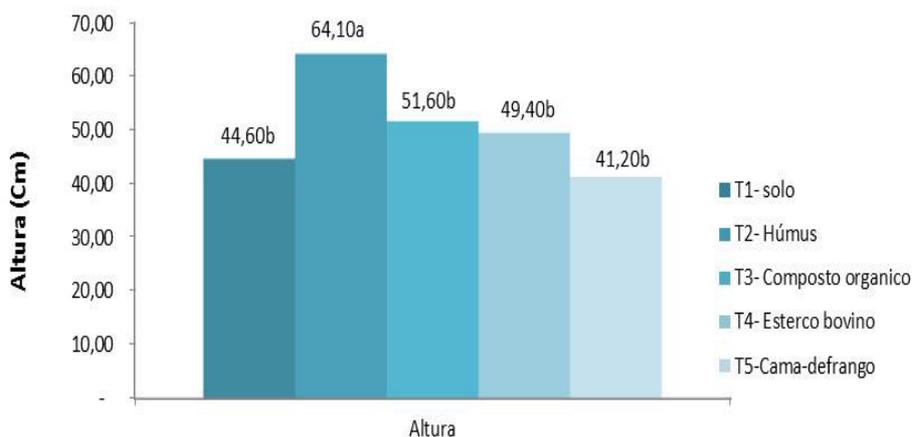
Analisando a variável altura, observou-se que as plantas de hortelã-da-folha-grossa responderam mais efetivamente ao substrato onde se utilizou o húmus de minhoca (T2), apresentando média de (64,10 cm/pl). (Figura 7). Esse fato pode ser explicado devido à qualidade nutricional do substrato feito com húmus de minhoca. Segundo Rocha (2008), o húmus de minhoca é rico em macro e micronutrientes, possui uma grande e variada flora microbiana e uma série de hormônios fitorreguladores, essenciais para a maior fertilidade natural do solo. O que pode ter contribuído para um maior crescimento das plantas dos tratamentos (T2), substrato com húmus de minhoca.

Os tratamentos com solo (T1), composto orgânico (T3), esterco bovino (T4) e cama-de-frango (T5), não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Wolanski et al., (2006) realizaram estudos em condições semelhantes, onde constataram que a adubação feita com húmus influenciou o crescimento das plantas com o decorrer dos dias após o plantio, atingindo altura máxima de 18,7 cm. Respostas similares também foram verificadas por Costa et al.(2008), em estudo com diferentes tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial de (*Ocimum selloi* Benth). Os autores constataram aumento na altura das plantas com o incremento das doses de adubação orgânica, atingindo um valor máximo de 67,3 cm com a aplicação de 8 kg/m² de esterco bovino, e de 78,0 cm com a aplicação de 4,7kg m² de esterco avícola. Estes resultados são diferentes dos encontrados por Maracajá et al. (2006), que fizeram um estudo da aplicação de vermicomposto em dois tipos de solo no crescimento de plantas de hortelã, relatando que a aplicação de doses crescentes do vermicomposto, nos dois

solos estudados, não influenciou a altura das plantas de hortelã, com uma média geral de 15,73 cm.

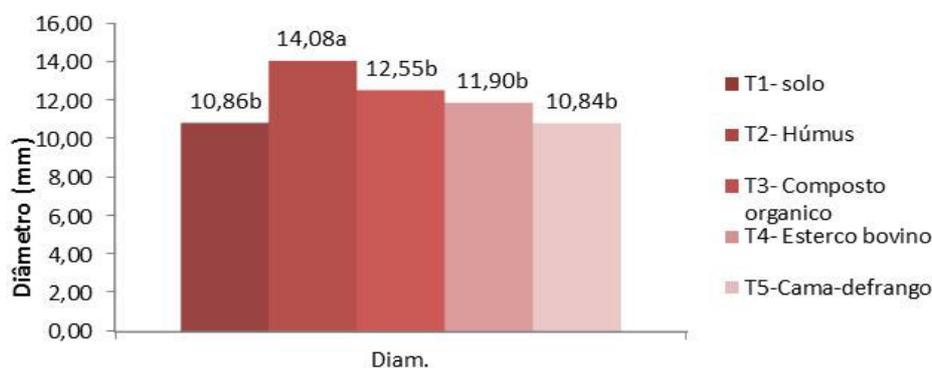
Figura 7. Médias da altura das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes substratos orgânicos.



Quanto ao diâmetro do caule, ocorreu efeito significativo da utilização do substrato também feito com húmus de minhoca (T2), atingindo valor máximo de 14,08 mm/pl. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si, (Figura 8). Pode-se dizer que as variáveis altura de planta e diâmetro do caule tiveram comportamento semelhante em relação ao substrato com húmus de minhoca.

De acordo com Costa et al., (2008), que realizaram estudo com diferentes tipos e doses da adubação orgânica no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth, o diâmetro do caule aumentou com as doses de adubação aplicadas, atingindo 11,1 e 13,7mm com a aplicação de 7,7kg m² de esterco bovino, e 4,8kg m² de esterco avícola, respectivamente.

Figura 8. Médias de diâmetro do caule das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de adubação orgânica.



Os diferentes substratos apresentaram efeito significativo sobre os pigmentos fotossintéticos das plantas de hortelã-da-folha-grossa. Os valores de clorofila a, b e clorofila total foram maiores nas folhas das plantas onde se usou o substrato com esterco bovino (T4) e cama de frango (T5), que não se diferenciaram entre si, sendo superiores aos demais tratamentos. (Figura 9). A quantidade de nitrogênio existente nesses adubos e a relação que esse elemento tem com a fotossíntese, pode ter influenciado a produção de pigmentos fotossintéticos pelas plantas. De acordo com Rodrigues et al., (2008), dejetos de aves e bovinos são excelentes fontes de nutrientes, especialmente nitrogênio (N), e quando manejados adequadamente, podem suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico.

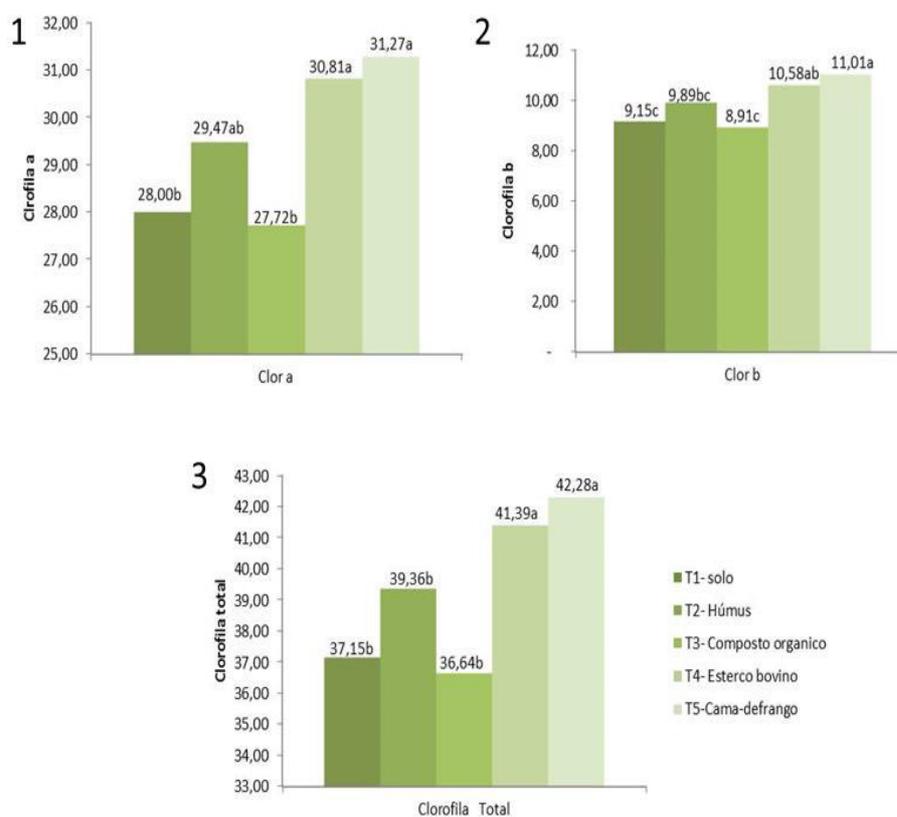
Corrêa et al., 2009, estudando as características anatômicas foliares de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.), submetidas a diferentes fontes e níveis de adubação orgânica, observaram que os maiores valores de clorofila foram obtidos em função de doses crescentes de adubação orgânica, que podem ser explicados pela maior disponibilidade de nutrientes como nitrogênio e magnésio na solução do solo, os quais fazem parte da molécula de clorofila.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o Mg é um nutriente requerido em pequena quantidade, mas, de fundamental importância por participar da formação da clorofila. Como esses elementos estiveram disponíveis em boas quantidades nos substratos com cama de frango e esterco bovino, conseqüentemente houve maior atividade fotossintética. De acordo com os autores, o balanço nutricional adequado da planta pode manter sua capacidade

fotossintética. E, na fotossíntese, o nitrogênio está diretamente relacionado à quantidade de irradiância interceptada, e como ela é usada de forma eficiente, devido a sua presença na clorofila, proteínas e outros metabólicos importantes. Com isso, pode-se inferir que talvez o uso de substratos com esterco bovino e cama de frango disponibilizou quantidade mais adequada de nutrientes, para uma maior quantidade de pigmentos fotossintetizantes, nas folhas de hortelã-da-folha-grossa.

Ferreira et al., (2012) realizaram um estudo sobre o acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde, sob diferentes níveis de adubação orgânica, e relataram respostas não significativa dos diferentes tipos de clorofila em função do acréscimo das doses de esterco bovino, concluindo que adubações orgânicas com esterco bovino curtido não influenciaram nos teores de clorofila a, b e total, em plantas de hortelã-verde. Esses resultados não correspondem com os encontrados neste estudo.

Figura 9. Médias de clorofila a, b e clorofila total das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes substratos orgânicos.



Quanto à biomassa fresca e seca da parte aérea, houve diferenças significativas em relação às diferentes fontes de substratos. (Figuras 10 e 11). As plantas cultivadas com o substrato com húmus de minhoca (T2) apresentaram expressivo acúmulo de biomassa fresca e seca da parte aérea, em relação aos demais tratamentos.

O tratamento com húmus de minhoca (T2) obteve média de produção de biomassa fresca da parte aérea de 755,52 g/pl.(Figura10). Os tratamentos com composto orgânico (T3) e cama de frango (T5) não se diferenciaram. Os mesmos resultados foram observados no tratamento controle (T1) e esterco bovino (T4), que também não apresentaram diferenças significativas. Sousa Junior (2000), trabalhando em condições semelhantes com erva-cidreira (*Melissa officinalis* L.), verificou que os melhores resultados na produção foram obtidos com esterco bovino, e que ocorreu a queda na produção de matéria fresca da parte aérea ao aumentar a dose de húmus de minhoca. O autor concluiu que o esterco bovino foi o único tratamento em que o aumento das doses melhorou a eficiência da resposta da planta ao adubo, ou seja, quanto maior for a quantidade de esterco disponível á planta, melhor será o seu desenvolvimento.

Ferreira et al. (2012), realizaram estudo semelhante com a produção de biomassa da hortelã-verde sobre diferentes níveis de adubação orgânica com esterco bovino, concluindo que, com o acréscimo de níveis de adubação orgânica, obtém-se um aumento de produção de massa fresca de folhas, sendo o ponto de máxima eficiência da adubação aos 16,3 kg/m², e, logo após isso, teve uma redução dessa característica. O mesmo comportamento foi observado para massa fresca total de parte aérea, com ponto de máxima na dose 19,43 kg/ m².

Figura 10. Médias de massa fresca da parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.



Os diferentes substratos utilizados nos tratamentos, influenciaram de forma positiva os percentuais de biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa. O tratamento (T2), substrato com húmus de minhoca, obteve a maior produção, com média de (42,43g/pl), seguido pelo tratamento (T3), substrato com composto orgânico, com produção de (22,98 g/pl). Os substratos com esterco bovino (T4), cama-de-frango (T5) e o tratamento controle (T1) não se diferenciaram entre si, atingindo médias de produção de 20,75 g/pl, 20,50 g/pl e 12,91 g/pl, respectivamente. (Figura 11).

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Wolanski et al. (2006), que analisando o crescimento e desenvolvimento da melissa (*Melissa officinalis* L.), em diferentes níveis de adubação orgânica, concluíram que as massas fresca e seca da parte aérea total, apresentaram as melhores respostas de rendimento nos tratamentos que receberam maiores níveis de húmus de minhoca, sendo o nível 100kg de húmus/m³ de substrato, o mais adequado. Maracajá et al. (2006), encontraram resultados semelhantes, estudando o crescimento de plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos. Segundo os autores, as plantas cultivadas no Neossolo Quartzarênico aumentaram a biomassa seca à medida que se aumentou a dose do vermicomposto, até a dose de 16%. Nesta dose, a biomassa seca foi 0,52g. A partir desta dose, esta biomassa diminuiu. Vogel et al. (2001) verificaram que, em mudas de *Hovenia dulcis*, a dose de 40% de vermicomposto foi a que proporcionou às plantas a maior quantidade de massa seca.

Relacionando os demais substratos orgânicos utilizados no presente estudo, observou-se que o desenvolvimento das plantas onde se utilizou o substrato com composto orgânico, foi superior em relação ao das cultivadas com o substrato com cama de frango e esterco bovino. Costa et al. (2008) avaliaram os efeitos da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.), demonstrando que, nas condições estudadas, o esterco de aves resultou em maior acúmulo de biomassa seca total com (400,17 g/pl), enquanto o adubo químico, o composto orgânico e o esterco bovino, tiveram uma produção de 184,20 g/pl, 175,37g/pl, 187,60 g/pl, respectivamente. Os autores afirmam que um dos fatores mais importantes na produtividade de óleo essencial de uma espécie é a sua produção de biomassa seca.

Rosal et al. (2011) avaliaram os efeitos da adubação feita com esterco avícola, esterco bovino e cama de frango, na produção de biomassa do boldo pequeno (*Plectranthus neochilus*), observando que a produção de biomassa seca total, nas plantas adubadas com esterco avícola, foi 12,43 vezes maior que a do tratamento utilizado como controle (ausência de adubo). E, em relação ao esterco bovino e ao composto, foi 8,33 e 3,31 vezes superior, respectivamente.

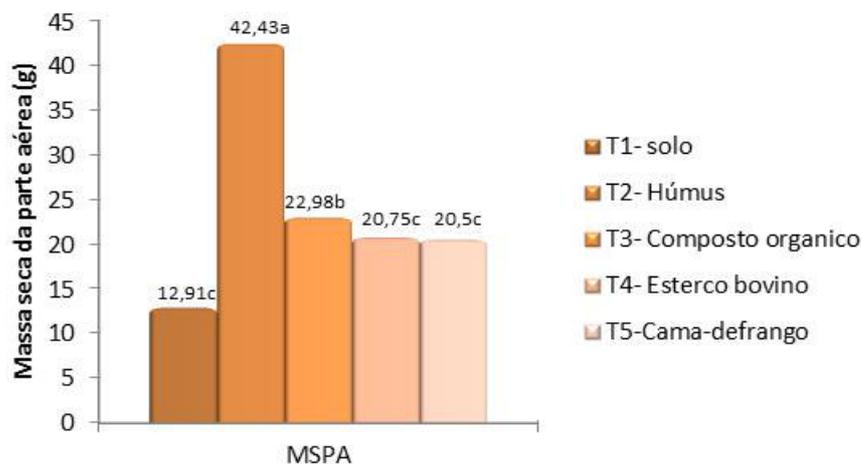
Maia et al. (2006) também relataram o aumento na produção de biomassa em função de doses de esterco orgânico, fato este, atribuído pelos autores, ao aumento na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, devido provavelmente à melhoria nas condições do solo, como retenção de água e minerais.

A biomassa é o resultado da incorporação de carbono através da fotossíntese, que é o único processo de importância biológica que pode armazenar energia (TAIZ e ZEIGER, 2004). As espécies medicinais e aromáticas, normalmente apresentam uma correlação positiva entre aumento dos níveis de insumos aplicados e produção de biomassa (COSTA et al., 2008a; b; MAIA et al., 2008; CORRÊA et al., 2010). No entanto, devem-se considerar a fonte e a dose que acarretarão maior retorno para o produtor.

Chagas et al. (2011), concluíram que a produção de biomassa seca e rendimento de óleo essencial de *Mentha arvensis* foi obtida nas maiores dosagens de adubação orgânica, tanto no plantio (10 kg m²) como em

cobertura (7,5 kg m²). Sales et al (2009), em estudo semelhante na hortelã-do-campo (*hyptis marrubioides* epl.), cultivado sob adubação orgânica, observaram um aumento de forma quadrática da massa seca da folha até o ponto máximo estimado de 48,07 g, na dose 11,47 kg m² de adubo orgânico. A partir desse ponto ocorreu uma redução da massa da folha.

Figura 11. Médias de biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.

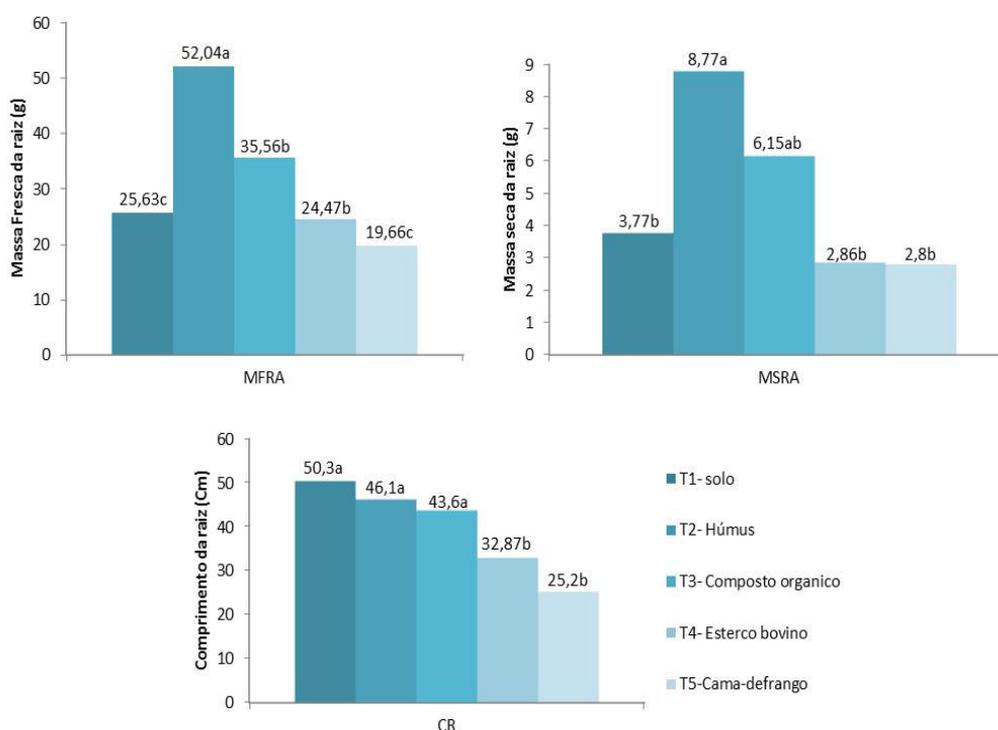


Na biomassa fresca e seca das raízes, o comportamento foi semelhante à parte aérea. O tratamento (T2), substrato com húmus de minhoca proporcionou maior produção de biomassa fresca e seca das raízes das plantas de hortelã-da-folha-grossa (Figura 12). O maior desenvolvimento das raízes nesse tratamento pode ter colaborado para uma maior exploração de nutrientes no solo, causando maior desenvolvimento das plantas.

No comprimento da raiz, os tratamentos T1, T2 e T3 (solo, substrato com húmus de minhoca e composto orgânico, respectivamente) não apresentaram diferenças entre si. Entretanto o maior comprimento de raiz foi apresentado pelo tratamento sem adubação (T1). Tal fato pode estar relacionado com um mecanismo de sobrevivência desenvolvido pelas plantas, com maior investimento no sistema radicular, tendo em vista a maior exploração do solo diante dos baixos níveis de nutrientes no ambiente de cultivo (ROSAL, et al. 2011). Segundo os autores, este resultado indica que a fonte de adubo orgânico com mais nutrientes, direciona a distribuição de biomassa para a parte aérea da planta. No entanto, quando o teor de nutriente

foi reduzido no esterco, a relação fonte-dreno favoreceu o acúmulo de biomassa da raiz. Esses resultados contrariam os encontrados por Maracajá (2006), onde relata que o maior comprimento de raiz ocorreu quando foi adicionado 30% do vermicomposto ao solo. Houve aumento de aproximadamente 0,21 cm no comprimento de raízes de hortelã, à medida em que se aumentou 1% nas doses do vermicomposto.

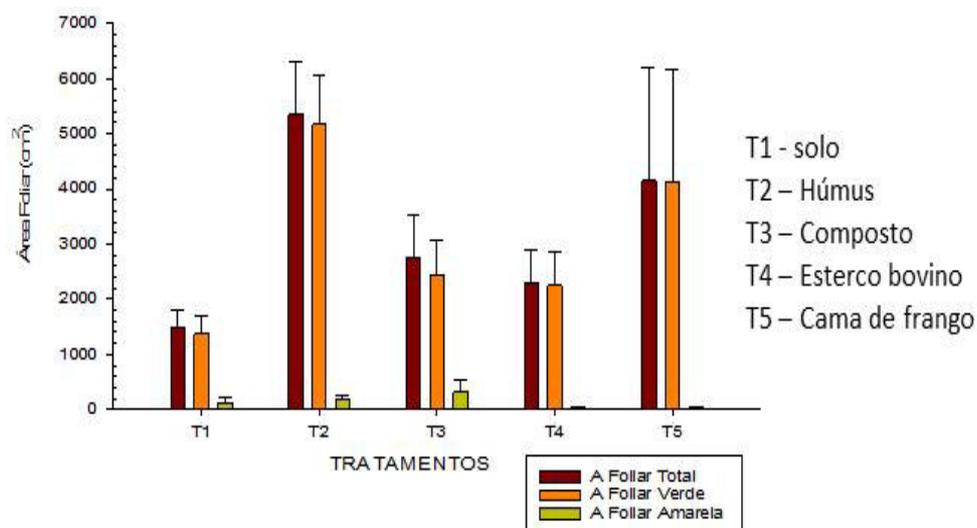
Figura 12. Médias de massas fresca, seca (g) e comprimento das raízes (cm) plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes substratos orgânicos.



A figura 13 demonstra as médias e os respectivos desvios padrão da área foliar das folhas verdes (folhas fotossinteticamente ativas), das folhas amarelas (folhas fotossinteticamente não ativas) e área foliar total das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas aos diferentes substratos orgânicos. Constatou-se que o uso do substrato com húmus de minhoca (T2) foi a que produziu maior área foliar total, com média de (5.353,92 cm²), seguida da adubação com cama de frango (T5), com (4.144,25 cm²). Contudo, elas não foram estatisticamente diferentes entre si. As adubações com composto (T3) e esterco bovino (T4) resultaram em área foliar total semelhante entre os

tratamentos, com médias de (2.759,09 cm² e 2.279,09 cm²), respectivamente. Os tratamentos com esterco bovino e cama de frango foram os que tiveram menor área foliar não fotosinteticamente ativa (área amarela). Contudo, todos os tratamentos, utilizando os diferentes substratos, foram superiores ao tratamento controle (T1), com média de (1.492,23 cm²). (Figura 13). Perine et al. (2011) avaliaram o efeito da adubação na produção de biomassa do capim citronela, onde foram testados três tratamentos (controle, adubação orgânica e adubação mineral). Os autores não constataram diferenças significativas entre os tratamentos para a área foliar (AF) nas plantas do capim citronela.

Figura 13. Valores médios e respectivos desvios padrão da área foliar das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.

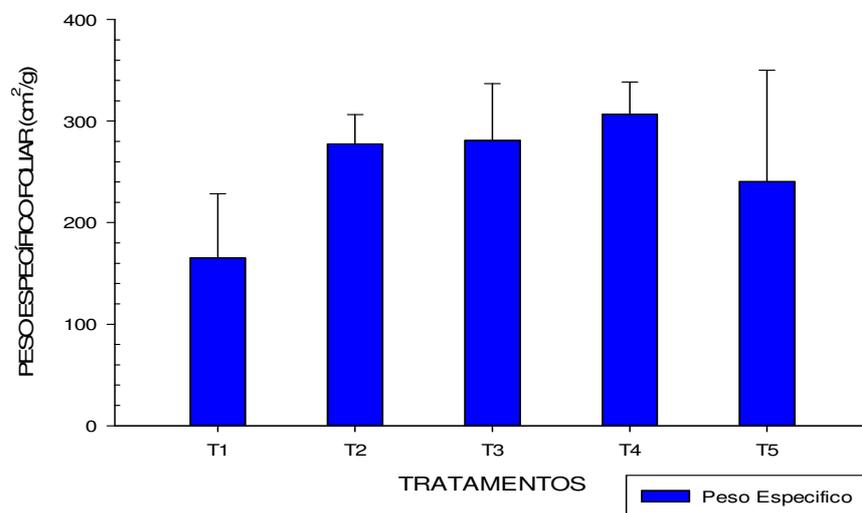


Quanto ao peso específico foliar (PEF), os diferentes substratos orgânicos não apresentaram diferenças estatísticas entre si (Figura 14).

Embora tenham causado aumento do peso específico foliar, quando comparado com seu controle, o desvio padrão mostra que apenas os tratamentos T2 e T4 foram estatisticamente superiores. Esse resultado diverge dos resultados encontrados por Costa (2008), que estudando tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth detectou os maiores valores encontrados para razão de peso específico de folha no tratamento sem

adubação, e, à medida em que as doses de adubo foram aumentadas, os valores de (PEF) diminuíram até 0,27g g⁻¹ com 9,9kg m⁻² de esterco bovino, e 0,24g g⁻¹ com 4,9kg m⁻² de esterco avícola. Benincasa (2003), diz que se considerar que as folhas são o centro de produção de biomassa e que o resto da planta depende da exportação de material da folha, a razão do peso foliar expressa a fração de biomassa não exportada das folhas para outras partes da planta.

Figura 14. Media do peso específico foliar e o seu respectivo desvio padrão das plantas de hortelã-da-folha grossa submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.



Óleo essencial

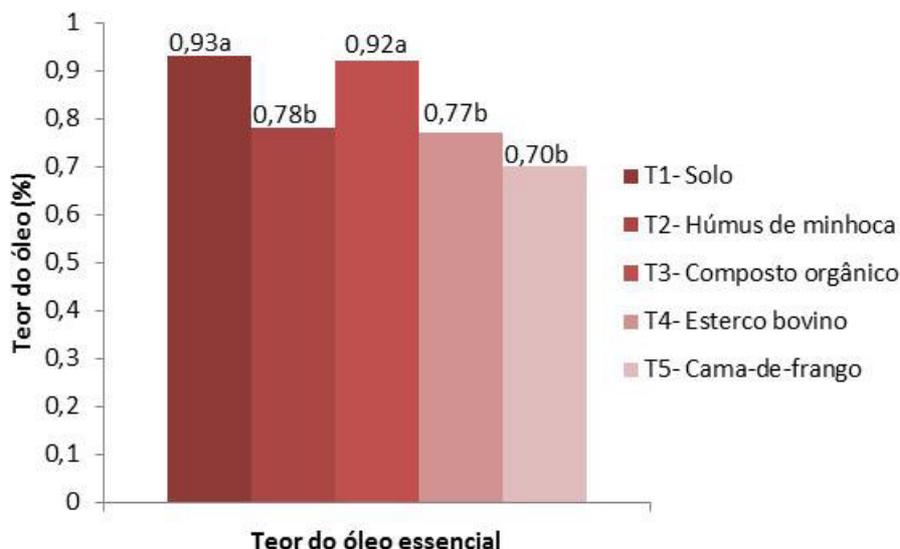
As diferentes fontes de substratos orgânicos utilizados no cultivo das plantas de hortelã-da-folha-grossa influenciaram a produção do óleo essencial. Na figura 15, pode-se verificar os resultados do teor de óleo essencial para os diferentes tratamentos utilizados. Observa-se que o tratamento controle (T1) e o composto orgânico (T3), produziram maior teor de óleo essencial em relação aos demais tratamentos, entretanto, não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

De acordo com a análise química do solo, os referidos tratamentos foram os que apresentaram uma menor qualidade nutricional (Tabelas 1 e 2), o

que pode ter causado um estresse nutricional nas plantas desses tratamentos, fazendo com que as plantas nesses tratamentos desviassem sua rota biosintética de primária para secundária, resultando em uma maior produção de óleo, quando comparado aos demais tratamentos. Apesar dos tratamentos com húmus de minhoca (T2), esterco bovino (T4) e cama de frango (T5) terem produzido uma maior quantidade de biomassa fresca e seca da parte aérea, esse resultado não refletiu no teor do óleo essencial das plantas. Podendo-se inferir que, talvez, todo o consumo nutricional da planta tenha sido direcionado ao metabolismo primário, responsável pela produção de biomassa, e a rota biosintética não tenha sido desviada para a produção de metabólitos secundários, via metabolismo secundário. Essa afirmação é compatível com as observações feitas por Souza et al., (2010), que fizeram estudo sobre os efeitos da calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth, concluindo que o teor de óleo essencial não foi influenciado pelas práticas corretivas do solo ou pela adição de esterco de curral curtido. Apesar de ter produzido maior quantidade de massa fresca e seca na presença do esterco de curral, isso não refletiu em maior produção de óleo essencial.

Esses resultados divergem com os encontrados por Silva et al., (2003) que avaliando os efeitos da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf), encontraram resultados em que o teor de óleo essencial, com a adubação orgânica, foi superior aos demais (adubação orgânica + mineral e adubação mineral), alcançando um valor de 0,26 mL/100g de biomassa. Brant et al. (2010) também encontraram resultados positivos, avaliando a produção de biomassa do Cidrão, em função da adubação orgânica, constatando que houve aumento nos teores de óleo essencial nas folhas secas de *Aloysia triphylla*, aumentado as doses de adubo orgânico, com produção de 1,07 ml até a dose de 9 kg m² de esterco bovino, caracterizado como pico de produção; a partir dessa dose, houve uma redução na produção do óleo.

Figura 15. Valores médios do teor de óleo essencial, em porcentagem, extraído da biomassa seca da parte aérea plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.



Quanto ao rendimento do óleo essencial das plantas de hortelã-da-folha-grossa, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos T1, solo sem adição de adubo orgânico e o tratamento T2, substrato com húmus de minhoca. O mesmo pode ser observado nos demais tratamentos T3, T4 e T5, substrato com composto orgânico, esterco bovino e cama-de-frango respectivamente, que também não apresentaram diferenças estatísticas entre si. (Figura16).

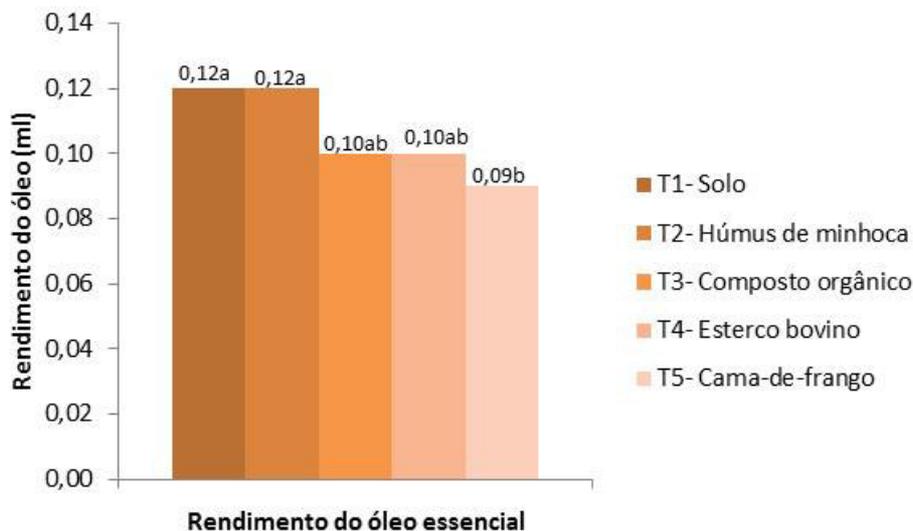
Esses resultados são diferentes dos encontrados por Costa et al. (2008) que relataram o aumento no rendimento de óleo essencial extraído da biomassa seca foliar de *Ocimum selloi* Benth, de acordo com o aumento das doses de adubo, atingindo o valor máximo de 0,23g planta com 8,1kg m² de esterco bovino, e 0,31g planta¹com 4,0kg m² de esterco avícola.

Corrêa et al. (2010), realizaram estudo com adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido, e concluíram que as dosagens de 12 kg m² de esterco bovino e 4,37 kg m² de esterco de aves, proporcionam os maiores teores e rendimentos de óleo essencial de orégano. Os autores afirmam que, à medida em que aumentam as doses de adubo, eleva-se o teor e rendimento de óleo essencial.

Grande parte dos trabalhos com adubação orgânica tem mostrado que em solos mais adubados obtêm-se maiores acúmulos de biomassa seca, o que reflete no rendimento de óleo essencial. Mesmo que o teor de óleo essencial

diminua, em relação ao aumento da adubação orgânica, geralmente o aumento da produção de biomassa seca compensa o menor teor (CHAGAS, 2011)..

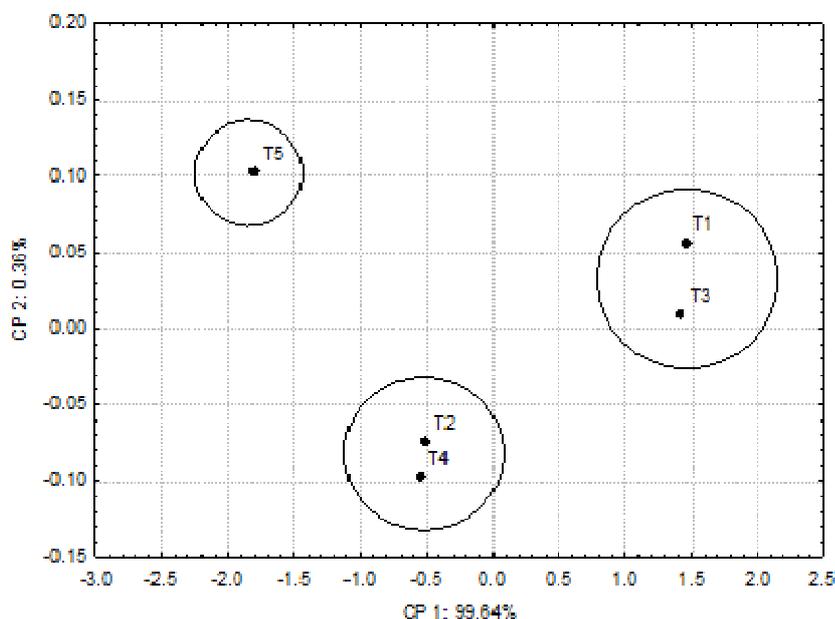
Figura 16. Valores médios do rendimento de óleo essencial, em (ml) extraído da biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos.



O gráfico de dispersão dos componentes principais mostraram as características do teor e rendimento do óleo essencial das plantas de hortelã-da-folha-grossa simultaneamente, e agruparam os tratamentos com características semelhantes. (Figura 17).

Observou-se a formação de três grupos separados. Os tratamentos 1 e 3 apresentaram semelhanças entre si, formando um só grupo; o mesmo pode ser observado nos tratamentos 2 e 4 que também apresentaram semelhanças entre si, formando um outro grupo. O tratamento 5 apresentou-se de forma isolada dos demais tratamentos, contribuindo para a divergência entre as características dos componentes principais. (Figura 17). O que demonstra, que a utilização de diferentes substratos orgânicos interferem nas características de teor e rendimento do óleo essencial dessa espécie medicinal, podendo apresentar vantagens em relação ao crescimento e produção de biomassa inicial refletindo produção de óleo essencial produzido pela planta.

Figura 17. Gráfico de dispersão dos componentes principais para a espécie hortelã-da-folha-grossa cultivadas em cinco diferentes substratos, em relação às variáveis teor e rendimento de óleo essencial.



Composição química do óleo essencial

A análise química do óleo essencial, extraído de toda parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa, permitiu a identificação de 20 compostos químicos (Tabela 5), onde foram identificados mais de 90% dos seus componentes. Dentre os compostos identificados, o componente majoritário foi o Carvacrol, com 75,54% para o tratamento (T1), 73,28% (T2), 73,33% (T3), 70,40% (T4) e 68,52% (T5), não apresentando diferenças significativas entre si. Os demais componentes presentes em maior quantidade no óleo essencial da biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-da-folha-grossa foram: γ -Terpineno, E-Cariofileno e O-Cimeno (Tabela 6), que também não apresentaram diferenças entre os tratamentos.

Oliveira et al.(2011) fizeram um estudo dos constituintes do óleo essencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, em duas épocas do ano (Primavera e inverno). Os autores relataram que, através da análise cromatográfica dos óleos, foram identificados 91,17% dos componentes na primavera e 75,54% no inverno. O componente majoritário nas duas estações foi o arilpropanóide (Ar) timol, com 75,39% na primavera e 70,28% no inverno. Os óleos apresentam também monoterpenos (M), monoterpenos oxigenados

(MO) e sesquiterpenos (S). E-cariofileno (10,52%) foi identificado somente na primavera, enquanto o derivado oxigenado, óxido de cariofileno (2,62%), somente no inverno. O α -humuleno e terpine-4-ol foram observados em maior quantidade na primavera, 2,26% e 1,23%, respectivamente. Esses resultados confirmam que a composição do óleo essencial das plantas de hortelã-da-folha-grossa é influenciada pelos fatores abióticos, ou seja, tipos de adubação, épocas do ano, clima e outros fatores influenciam a composição do óleo das plantas.

Tabela 5. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea das plantas de hortelã- da-folha-grossa.

Compostos (%)	IK _{lit}	IK _{calc}	Tratamentos				
			T1	T2	T3	T4	T5
α -Tujeno	930	928	0,21	0,41	0,36	0,45	0,51
α -Pinoeno	939	936	0,12	0,19	0,18	0,20	0,23
Mirceno	990	989	0,41	0,65	0,62	0,76	0,80
α -felandreno	1002	1003	0,11	0,16	0,14	0,17	0,19
α -Terpineno	1020	1016	0,73	1,23	1,14	1,42	1,49
o-Cimeno	1026	1025	2,06	3,02	3,14	3,39	3,68
Limoneno	1029	1029	0,16	0,23	0,22	0,26	0,27
γ-Terpineno	1064	1061	4,37	7,14	6,57	8,67	8,85
Hidrato de sabineno	1070	1067	0,16	0,21	0,16	0,27	0,30
Linalool	1096	1096	0,12	0,16	0,14	0,18	0,19
Terpinen-4-ol	1177	1177	0,60	0,73	0,66	0,66	0,67
Carvacrol	1299	1309	75,54	73,28	73,33	70,40	68,52
Oxido de piperitenona	1368	1368	1,41	0,30	0,24	0,11	0,08
E-Cariofileno	1419	1420	5,32	5,26	5,63	5,61	6,40
α -Bergamoteno	1434	1435	2,53	2,36	2,51	2,42	2,58
α -Humuleno	1454	1454	1,55	1,51	1,60	1,79	1,84
β -bisaboleno	1505	1505	0,18	0,00	-	-	0,08
Óxido de Cariofileno	1583	1582	1,36	1,07	1,17	1,33	1,12
Cubenol	1619	1613	0,17	0,14	0,14	0,11	0,12
Total identificados			96,68	98,04	97,87	98,18	97,84

*KI = índice de Kovalt calculado; *KI lit = índice de Kovats da literatura

As relações entre os compostos químicos de maior predominância no óleo da hortelã-da-folha-grossa e os diferentes substratos orgânicos não foram significativas ($Pr > F_c$), conforme demonstrado na Tabela 6. Significando que os diferentes substratos orgânicos utilizados nos tratamentos não causaram efeito

na composição química do óleo essencial da biomassa seca da parte aérea da hortelã-da-folha-grossa.

Tabela 6. Resultado da análise de variância aplicado aos compostos químicos predominantes no óleo essencial da Hortelã-da-folha-grossa.

Variável	CV%	Pr>Fc
γ-Terpineno (%)	28,62	0.1195 ns
Carvacrol (%)	7,10	0.5165 ns
E-Cariofileno (%)	19,32	0.7271 ns
o-Cimeno (%)	30,21	0.3297 ns

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo

Produção relativa da biomassa fresca da parte aérea

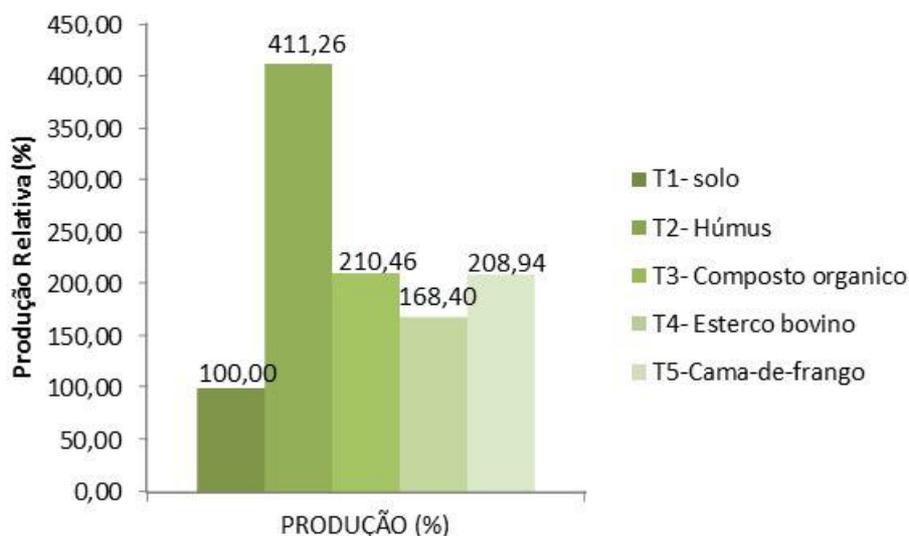
Na figura 18, apresenta-se a produção relativa da biomassa fresca da parte aérea da hortelã-da-folha-grossa, submetida à diferentes substratos orgânicos. O tratamento (T2), substrato com húmus de minhoca, proporcionou uma produção 411,26% a mais que o tratamento controle (T1), sem adição de adubo.

Todos os tratamentos onde se utilizou substrato com adição de adubo orgânico, apresentaram produção superior ao tratamento controle. Os tratamentos (T3, T4 e T5) tiveram uma produção relativa de 210,46%, 168,40% e 208,94% a mais que o tratamento controle (T1), respectivamente. (Figura 18). Esse resultado mostra a eficiência da adubação orgânica no cultivo da hortelã-da-folha-grossa. A utilização desses substratos de maneira e proporção correta pode obter resultados satisfatórios na produção de biomassa dessa espécie.

De acordo com Pinto et al. (2001), a prática da adubação orgânica, além de fornecer nutrientes às plantas, proporciona melhoria das propriedades físicas do solo, como aumento da retenção de água, redução de erosão e controle biológico, devido a maior população microbiana e melhoria da capacidade tampão do solo. Também aumenta a CTC, eleva o pH e mantém processos dinâmicos responsáveis pela produção de hormônios vegetais e outras substâncias estimuladoras do desenvolvimento e resistência das

plantas. O húmus de minhoca é rico em macro e micronutrientes. Possui uma grande e variada flora microbiana e uma série de hormônios fitoreguladores, essenciais para maior fertilidade natural do solo (ROCHA, 2008).

Figura 18. Produção relativa da hortelã-da-folha-grossa cultivados em diferentes substratos orgânicos.



4- CONCLUSÃO

Os diferentes substratos orgânicos influenciaram de forma positiva o crescimento e desenvolvimentos das plantas de hortelã-da-folha-grossa. Porém, as plantas cultivadas com húmus de minhoca apresentaram melhores resultados para as variáveis de produção de biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca, seca e comprimento da raiz, diâmetro do caule, altura, e área foliar das plantas do hortelã-da-folha grossa.

Não houve diferenças estatísticas no teor do óleo essencial ente os tratamentos T1 (controle) e o tratamento T3 (substrato com composto orgânico), apresentando os melhores resultados.

Não houve diferenças no rendimento do óleo essencial entre os tratamentos T1 e T2, apresentando os melhores resultados.

O principal composto químico identificado no óleo essencial foi o carvacrol, com média de 72,23%, não apresentando diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFISA - Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico, Suplemento Alimentar e de Promoção da Saúde. **Informações sobre os fitoterápicos brasileiros**, 2004. Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.

BIASI, L. A. et al. Tipos de cobertura do solo e épocas de colheita na produção de melissa. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 27, p. 314-318, 2009.

BRASIL. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, 77p. 2007.

BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Produção de biomassa e teor do óleo essencial de cidrão em função da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira** 28: 111-114. 2010

CAPA - CENTRO DE APOIO AO PEQUENO AGRICULTOR. **Como montar uma farmácia caseira**. São Leopoldo: Editora Sinodal, v. 2, 52 p. 2004

CASTILLO, R. A. M.; GONZALEZ, V. P. *Plecthranthus amboinicus* (lour.) spreng. **Rev Cubana Plant Med.** (3):110-5. 1999.

CHAGAS, J. H.; PINTO J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M; BOTREL, P. P.; PINTO, B. B. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira** 29: 412-417 2011.

CORRÊA, 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**, 12:80-89. 2010

COSTA, L. C. B.; ROSAL, L. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 10:16-20. 2008b

COSTA, L. C. B. et al. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, 38:2173-2180. 2008a

COSTA, M. C. C. D. Uso popular e ações farmacológicas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae): revisão dos trabalhos publicados de 1970 a 2003. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.2, p.81-8, 2006

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila** (CLOROFILOG/CFL 1030). Porto Alegre: 33p. 2008

FERREIRA, T. A. et al. Acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 5, p. 41-45, Ed. Esp. 2012

KUMAR, S.; BAHL, J. R.; BANSAL, R .P.; GUPTA, A. K.; SINGH, V.; SHARMA, S. High economic returns from companion and relay cropping of bread wheat and menthol mint in the winter-summer season in north Indian plains. **Industrial Crops and Products**, v.15, p.103-114, 2002

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

LUKHOBBA, C. W.; SIMMONDS, M. S. J.; PATON, A. J. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. **Journal of Ethnopharmacology**, v.103, p.1-24, 2006.

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

MARACAJÁ, P. B. et al. Crescimento de plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos. **Revista Verde**, Mossoró – RN v.1, n.2, p. 10-15, 2006.

MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais: **guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 346 p. 2000.

MINKER, C. et al. In: vivo and in vitro evaluation of anti-inflammatory activity and cytotoxicity of extracts of seven *Plectrathus* species. **Plantas Medicinais** 73: 54-64. 2007.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Ver. Bras. de Farmacognosia** 15: 169-177. 2005.

MOREIRA, R. C. T. et al . Abordagem etnobotânica acerca do uso de plantas medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v.21, n.3, p.1-7, 2002.

MURTHY, P. S.; SRINIVAS, R. P. Fungitoxic activity of Indian borage (*Plectranthus amboinicus*) volatéis. **Food Chemistry**, v.14, p.1014-8, 2009.

NALEPA, T.; CARVALHO, R. I. N. Produção de biomassa e rendimento de óleo essencial em camomila cultivada com diferentes doses de cama-de-aviário. **Rev. Scientia Agraria**, v.8, n.2p.161, 2007.

OLIVEIRA, R. A. Constituintes voláteis de *Mentha pulegium* L. e *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. **Rev. Bras. PI. Med.**, Botucatu, v.13, n.2, p.165-169, 2011.

OLIVEIRA, R. A. G. et al. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 77-82, 2006.

PEREIRA, C. K. B. et al. Composição química e toxicidade do óleo essencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng. In: REUNIÃO REGIONAL FESBE, 3., 2008, Fortaleza-Ceará. **Resumos...** Ceará, 2008.

PERINE; V. B. de M.; et al. Efeito da adubação e da luz na produção de biomassa do capim citronela. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 924-931, Nov-Dez/ 2011.

PINTO, J. E. B. P; CASTRO, N. E. A; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINHEIRO, R. C. **Cultivo e produção de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Lavras: FAEPE. 176p. 2001.

REZENDE, J. de O. **Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros**: limitações agrícolas e manejo. Salvador: Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 117 p. 2000.

RODRIGUES, A. G. **Política Nacional de Plantas Medicinais, Medicamentos Fitoterápicos e Assistência Farmacêutica**. Brasília: [s.n.], 2004. 8 p. (Documento de circulação interna do Ministério).

RODRIGUES, G. S. O. et al. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônômico da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar cultivada. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p. 162-168, 2008.

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

SALES, J. F. et al. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*hyptis marruboides* epl.) cultivado sob adubação orgânica. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 60-68, Jan. /Fev. 2009.

SAS Statistical Analysis Software Institute, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA. 2004.

SCHEFFER, M. C.; MING, L. C.; ARAUJO, A .J. Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2009

SELLAR, W. Óleos que curam. O poder da aromaterapia. Nova Era, Rio de Janeiro. 230p. 2002.

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

SILVA, P. de A. et al. Efeitos da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) Revista Ciência Agronômica, Vol. 34, Nº.1. 2003

SOUSA JÚNIOR, de. Efeito de diferentes doses de extratos orgânicos e NPK sobre a produção de biomassa no desenvolvimento da parte aérea da erva cidreira (*Melissa officinalis* L.). ESAM. Monografia (Graduação em Agronomia) – Departamento de Fitossanidade, Escola Superior de Agricultura de Mossoró-RN, 2000.

SOUSA, A. H. de. et al; Produção de biomassa na parte aérea da erva cidreira (*Melissa ssp.*) em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK em casa de vegetação. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Volume 3 – Nº 2 – 2003.

SOUZA, M. F. et al. Calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 12: 401-405. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing, 2004.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELO, L. R.; OLIVEIRA, L. S.; CALDEIRA, M. V. W. Utilização de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunberg. Ciência Florestal, Santa Maria, v.11, n.1, p.21-27. 2001.

WOLANSKI, Tatiana; et al. Análise do crescimento e desenvolvimento da melissa (*Melissa officinalis* L..) em diferentes níveis de adubação orgânica. Revista Acadêmica, Curitiba, v.4, n.1, p. 39-48, jan-mar/2006.

CAPITULO 2

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DO MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.)

Avaliação de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)

Autora: Edinélia Lima Amorim

Orientador: Franceli da Silva

Co-orientador: Manoel Teixeira de Castro Neto

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial do Manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). O experimento foi conduzido em viveiro telado com 50% de luminosidade, instalado na área experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, localizada em Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constando de 5 tratamentos com 10 repetições. Foram avaliados 5 diferentes substratos: T1- solo; T2 - húmus de minhoca + solo + areia; T3 - composto orgânico + solo+ areia; T4 - esterco bovino + solo + areia; T5 - cama de frango + solo + areia nas proporções 2:1:1. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do caule e medidas de clorofila A e B, e clorofila total. Após a colheita, que foi realizada aos 52 dias após o plantio, foram avaliadas a biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca e seca da raiz e o comprimento de raiz. O material vegetal foi seco em estufa e a extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. A composição química do óleo essencial foi analisada por cromatografia gasosa. O teor e o rendimento do óleo essencial foram calculados por equação. O substrato com húmus de minhoca foi mais eficiente para as variáveis altura de planta, biomassa seca da parte aérea, biomassa fresca e seca das raízes e rendimento do óleo. O principal composto químico encontrado no óleo essencial do manjeriço foi o E-cinamato de metila, com mais de 50% em todos os tratamentos, não apresentando diferenças estatísticas entre si. Concluiu-se que o substrato com húmus de minhoca foi mais eficiente para as variáveis de produção do manjeriço e que as diferentes fontes de adubos orgânicos não interferiram na quantidade de compostos químicos identificados no óleo essencial do manjeriço.

Palavras-chaves: planta medicinal, biomassa, principio ativo.

Evaluation of different organic substrates on growth, yield and chemical composition of essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.)

Author: Edinélia Lima Amorim

Advisor: Dr. Franceli da Silva

co-advisor: Manoel Teixeira de Castro Neto

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of different organic substrates on growth, yield and chemical composition of essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). The experiment was conducted in a nursery with 50 % brightness, installed in the experimental area of the Federal University of Bahia Reconcavo - UFRB, located in Cruz das Almas , Bahia. The experimental design was randomized blocks, consisting of 5 treatments with 10 replications. 5 different substrates were evaluated: T1 - soil; T2 - earthworm compost + soil + sand; T3 - organic compost + soil + sand; T4 - cattle manure + soil + sand ; T5 - poultry litter + soil + sand in the proportions 2:1:1 . The variables evaluated were: plant height, stem diameter and measures of chlorophyll A and B , and total chlorophyll . After harvest, which was done 52 days after planting , fresh weight and dry shoot , fresh and dry biomass of the root and root length were evaluated . The plant material was dried in an oven and essential oil extraction was performed by hydrodistillation. The chemical composition of the essential oil was analyzed by gas chromatography. The content and yield of essential oil was calculated by the equation. The substrate with earthworm humus was more efficient for the variables plant height, dry shoot biomass, fresh and dry biomass of roots and oil yield. The main chemical compound found in the basil was E- cinematographic methyl, with more than 50% in all treatments, with no significant statistical difference between them. Concluding that the substrate with earthworm humus was more efficient for production variables of basil and that the different sources of organic fertilizers did not affect the amount of chemical compounds identified in the basil .

Keywords: medicinal plant, biomass, active ingredient.

1- INTRODUÇÃO

Manjeriçã

O manjeriçã (*Ocimum basilicum* L.), popularmente conhecido como alfavaca, basilicã, pertence à família Lamiaceae, é uma planta originária da Ásia tropical introduzida no Brasil pela colônia italiana, tem preferência por climas quentes amenos. Subarbusto aromático, anual, ereto, ramificado, mede de 30-50 cm de altura. Possui folhas simples, membranáceas, com margens onduladas e nervuras salientes de 4-7 cm de comprimento. Possui flores brancas, reunidas em racemos terminais curtos. Multiplica-se por sementes e estacas. O manjeriçã é cultivado em quase todo o Brasil em hortas domésticas para uso condimentar e medicinal, sendo inclusive comercializado na forma fresca em feiras e supermercados (LORENZI e MATOS, 2002).

Blank et al. (2004) afirmam que o manjeriçã constitui uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos produtores, encontrando no Nordeste brasileiro, condições propícias para o seu desenvolvimento, sendo o seu cultivo de grande importância pela diversidade de aplicação dessa espécie para fins culinários, ornamentais e extração de óleo. Destaca-se pelo seu uso na medicina tradicional ou popular, com propriedades anti-helmíntica, estomáquica, emenagoga, diurética, antiespasmódica, tônica estomacal, carminativa, estimulante, antisséptica intestinal, sendo também indicado contra tosse, febre, feridas e afecções de garganta e intestino (BERTOLUCCI et al., 2008). Além do uso in natura, a planta é muito utilizada para a obtenção de óleo essencial, importante na indústria de perfumaria e na aromatização de alimentos e bebidas. (COSTA et al., 2009).

O manjeriçã é empregado na indústria culinária fitoterápica e na medicina tradicional, devido ao teor e composição de seu óleo essencial (SILVA et al., 2005). A exportação do óleo essencial do manjeriçã tem alcançado níveis significativos na sua comercialização (SOARES et al., 2007). Produz óleo essencial ou princípio ativo por meio do metabolismo secundário que é ativado nas plantas como reação a algum tipo de estresse biótico ou abiótico oferecido pelo ambiente (GARLET et al., 2008; AZEVEDO e MOURA, 2010). Quimicamente possui taninos, flavonóides, saponinas, cânfora, e no óleo essencial: timol, metilchavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno (LORENZI e MATOS, 2008).

Segundo Matos et al. (2007) e Borges et al.(2003), os óleos essenciais, normalmente são líquidos, lípidos e raramente coloridos, são compostos complexos voláteis, caracterizados pelo forte odor e sintetizados pelas plantas aromáticas como metabólitos secundários, que atuam como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos e inseticidas. Eles podem ser sintetizados em várias partes da planta como por exemplo botões florais, flores, folhas, caules, ramos, sementes, frutos, raízes, madeira ou cascas, sendo armazenados em células secretoras, cavidades, canais, células epidérmicas ou tricomas glandulares (BAKKALI et al. 2008).

O linalol, o constituinte majoritário do óleo de manjeriço, tem sido largamente usado como composto de partida para várias sínteses importantes, como a do acetato de linalila, e testado como acaricida, bactericida e fungicida. Na medicina tem sido aplicado com sucesso como sedativo e, atualmente estão sendo analisadas suas propriedades anticonvulsivas (RADUNZ, 2004).

Estudos recentes têm demonstrado ser possível produzir manjeriço com óleo essencial rico em linalol. Isto significa novas oportunidades para pequenos produtores e possibilidades de geração de renda (MAIA, 2005). Aromas e fragrâncias incorporados dentro de alimentos, perfumes e produtos cosméticos possuem alto valor no mercado mundial. O interesse econômico relativo a componentes aromáticos de plantas direciona a atenção para seleção de espécies comercialmente cultivadas, considerando quantidade e qualidade das substâncias voláteis (PAVIANE, 2004).

Furlan (2000) analisou a composição e rendimento de óleos essenciais de *O. basilicum* cv. genovese em função de diferentes doses de adubo. Neste trabalho, o autor identificou 25 substâncias presentes no óleo. Destas, os que estão em maior concentração são o linalol (60%), α -muurolol (26%), eugenol (18%), α -bergamoteno (17%), 1,8 cineol (13%) e γ -cadineno (8%).

Estudando a composição do óleo essencial em *Ocimum*, Teixeira et al. (2000) encontraram os seguintes valores: linalol (42 a 53%), trans-bergamoteno (13 a 14%), 1,8 cineol (2 a 8%), epi- α -cadinol (5 a 7%), γ -cadineno (3 a 4%), germacreno D (2 a 3%), eugenol (1 a 3%), trans- α -farneseno (1 a 3%) e metileugenol (1 a 2%).

Vieira et al. (2001) ressaltam que foram encontrados os seguintes valores na composição do óleo essencial para espécie de *Ocimum* existentes no mercado

e utilizados na medicina popular: linalol (49,7%), 1,8 cineol (22%), metilchavicol (47%) e cinamato de metila (65,5%). Considerando a importância farmacológica e comercial do óleo essencial do *Ocimum basilicum*, é necessário que se desenvolvam estudos direcionados aos seus aspectos de cultivo, principalmente no que se refere à adubação. O objetivo desse capítulo foi avaliar a influência de diferentes tipos de substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial de manjeriço.

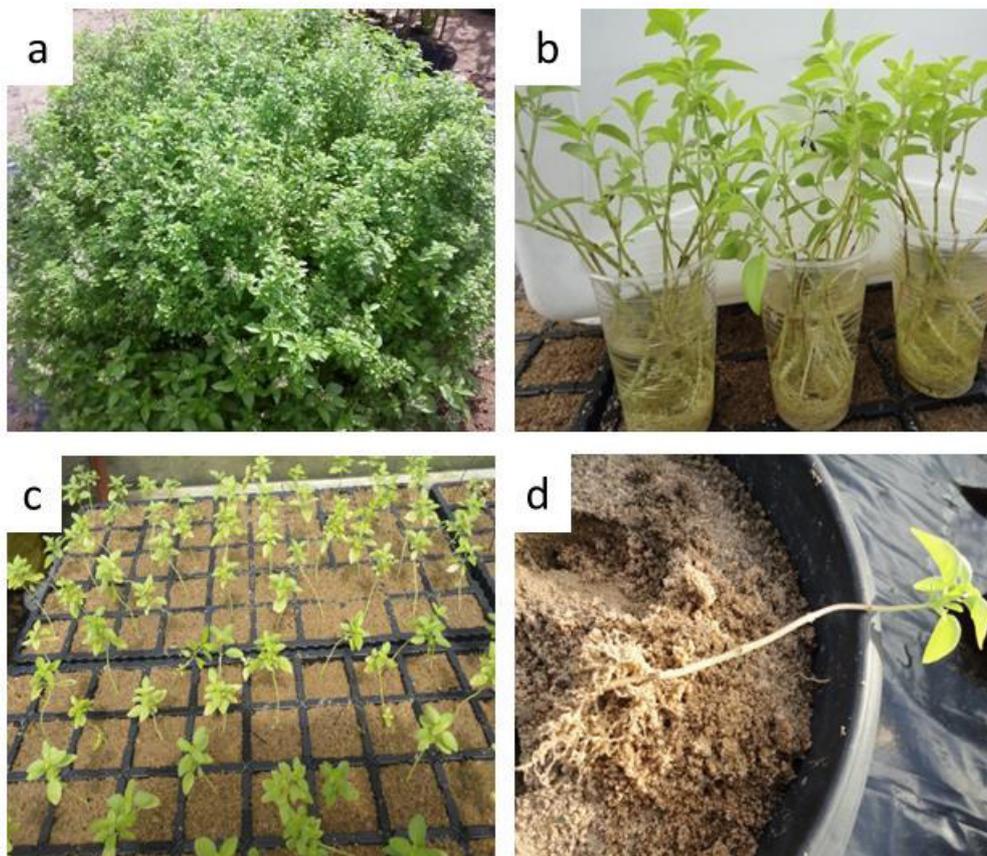
2- MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em viveiro telado no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, no município de Cruz das Almas-BA, situado na latitude sul 12° 40' e longitude oeste 39° 06' 23"W, com altitude média de 220 m. A precipitação média anual está em torno de 1.200 mm, com maior incidência de chuvas no período compreendido entre março e junho. O clima local é do tipo Aw a Am, tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% e a temperatura média anual é de 24,5°C.

As mudas do manjeriço foram obtidas a partir de estacas, medindo 20 cm, retiradas de uma planta matriz. As estacas de manjeriço foram colocadas para enraizar por 10 dias em água e posteriormente colocados em bandejas, utilizando como substrato a areia lavada, até a formação das mudas.

Figura 1. *Ocimum basilicum* L; **a** – Planta mãe, **b** – enraizamento de estacas, **c** mudas em bandejas, **d** – transplântio aos 20 dias.



Fonte: AMORIM, E. L. (2013).

Após a formação das mudas, as plantas foram retiradas das bandejas e transplantadas em vasos com capacidades para 8 kg de solos. Foram plantadas duas plantas por vaso e posteriormente foi feito o desbaste, deixando a planta mais vigorosa. A composição dos tratamentos está descrita a seguir:

- T1- solo
- T2 - Solo + Húmus de Minhoca + Areia (adquirido comercialmente) (Proporção 2:1: 1)
- T3 - Solo + Composto orgânico (preparado com capim de corte, esterco bovino e calcário) + Areia (Proporção 2:1: 1)
- T4 - Esterco Bovino + Solo + Areia (Proporção 2:1: 1)
- T5 - Solo +Cama de Frango + Areia (Proporção 2:1: 1)

O solo utilizado foi o Latossolo amarelo distrófico, que é o solo natural de ocorrência no recôncavo baiano, onde ocorre a produção natural da espécie. O solo foi peneirado e, a ele, foram adicionados os adubos e a areia nas

quantidades 2:1:1(6 kg se solo, 1 kg de areia lavada 1 kg de adubo em cada vaso).

Tabelas com as características químicas dos componentes dos substratos

Na tabela 1, encontra-se descrita a análise química de cada tratamento, antes do plantio das mudas de manjeriço, oriundas de planta matriz, por estaquia.

Tabela 1. Composição química da mistura dos tratamentos: T2-húmus de minhoca+solo+areia T3-Composto orgânico+solo+areia, T4-esterco bovino+solo+areia, T5-Cama-de-frango+solo+areia.

Substratos	pH	P em água mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca + Mg Cmolc/dm ³	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V %	M.O g/kg
T1	5,4	8,00	0,15	0,63	0,44	1,07	0,20	0,03	3,30	1,25	4,55	27	10,14
T2	7,2	300	2,56	1,95	2,01	3,96	0,00	0,52	0,00	7,05	7,05	100	19,04
T3	6,5	100	1,54	1,05	1,24	2,29	0,00	0,44	0,00	4,27	5,92	72	14,28
T4	7,3	100	3,46	0,82	1,39	2,21	0,00	0,38	0,00	6,05	6,05	100	20,07
T5	8,2	1050	8,21	1,13	2,48	3,61	0,00	2,17	0,00	13,99	13,99	100	69,85

*Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMPRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA.

Na tabela 2, encontra-se descrita a análise química de cada substrato, após a colheita do manjeriço

Tabela 2. Composição química da mistura dos tratamentos após a colheita do Manjeriço: T1-solo; T2-húmus de minhoca+solo+areia; T3- Composto orgânico+solo+areia; T4- esterco bovino+solo+areia; T5- Cama de frango+solo+areia.

Substrato	pH	P em água mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca + Mg cmol/dm ³	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V %	M.O g/kg
T1	5,2	8,00	0,13	0,32	0,47	0,79	0,50	0,12	3,41	1,04	4,45	23	12,93
T2	7,2	250	0,64	1,72	1,67	3,39	0,00	0,47	0,00	4,5	4,50	100	24,21
T3	6,9	150	0,77	1,23	0,08	1,31	0,00	0,37	1,43	2,44	3,87	63	13,87
T4	7,3	140	0,67	1,95	2,05	4,00	0,00	0,52	0	4,69	4,69	100	24,21
T5	5,8	1000	1,13	3,88	1,73	5,61	0,00	0,52	3,19	7,26	10,45	69	26,18

*Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMPRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA

Na tabela 3, encontra-se descrita a análise física do solo (latossolo amarelo distrófico), proveniente do campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Tabela 3. Características físicas do solo (Latossolo amarelo distrófico), do campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia).

Frações granulométricas (g/Kg)						Silte	Argila	Floculação (%)	Textura
AMG	AG	AM	AF	AMF	AT				
26	238	325	185	26	800	13	188	7	média arenosa

*Análise realizada pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Departamento de Ciência do solo.

Cultivo, Colheita e Coleta de dados do experimento

No decorrer do período experimental, as irrigações foram realizadas diariamente ou de acordo com a necessidade da cultura. Foram feitas também, durante o período de crescimento, avaliações da altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DC) e medidas de clorofila a, b e clorofila total, com o auxílio do aparelho eletrônico de medição de clorofila (ClorofiLOG).

Figura 2. a – Medidas de clorofila a, b e clorofila total, com o aparelho Clorofilog, **b** - Medidas de diâmetro, com auxílio do paquímetro eletrônico **c** - medidas de altura utilizando régua graduada.



Fonte: AMORIM, E. L, (2013).

A colheita ocorreu no mês de maio de 2013, aos 52 dias após o plantio entre 8 e 10 horas da manhã. As plantas foram cortadas a um centímetro do solo e foram determinadas a produção de biomassa da parte aérea, da raiz e o comprimento de raiz.

A biomassa da parte aérea foi determinada pela pesagem do material vegetal colhido, acondicionado em sacos de papel de peso conhecido, e pesados em balança analítica de precisão. A biomassa das raízes foi determinada pela recuperação das raízes: os vasos foram virados sobre peneira plástica, e o conteúdo foi lavado cuidadosamente com água corrente para separar as raízes do solo. As raízes foram colocadas sobre papel toalha para remover o excesso de água, acondicionadas em sacos de papel de peso conhecido, e pesados em balança analítica de precisão. O comprimento das raízes foi avaliado com o auxílio de uma regra graduada. Na determinação da biomassa seca, o material 40°C, até atingir peso de massa constante.

A espécie foi identificada pelo botânico Márcio Lacerda Lopes Martins, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB. A exsicata está incorporada no herbário do departamento de Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, com o número: HURB 1584 *Ocimum basilicum*.

Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de produtos naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS. O material seco foi moído em moinho elétrico de facas (MA 340) e, em seguida, 1g foi utilizada na determinação do teor de umidade, que foi feita em triplicada no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte®.); as amostras foram secas à temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Amostras de 100g foram adicionadas no balão de vidro de 5 litros, contendo água destilada, em volume suficiente à cobertura total do material vegetal, iniciando o processo de hidrodestilação. Foram adotados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados aos balões de vidro, sendo estes aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato (Figura 3). O processo de extração foi

conduzido durante 3 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota, sendo verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada do aparelho de Clevenger. Adicionou-se ao óleo retirado do aparelho, o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Posteriormente, com o uso da pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi acondicionado em frasco de vidro de 2 mL, etiquetado e armazenado em congelador comercial a -5°C até a realização da análise química.

Figura 3. Aparelho Clevenger: (a) Manta aquecedora (b) Balão volumétrico; (c) Refrigerador do sistema; (d) óleo essencial sendo extraído.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

O teor do óleo essencial foi calculado (Equação 1) a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume (mL) de óleo essencial em relação a massa seca.

Equação 1- Cálculo do teor do óleo essencial do manjeriço em porcentagem.

$$TO = \frac{Vo}{Bm - (Bm \times U)} \times 100$$

Onde:

To = Teor de óleo

Vo= Volume de óleo extraído

Bm= Biomassa aérea vegetal

(BmxU)= Quantidade de umidade presente na biomassa

Bm-(BmxU)=Quantidade de biomassa seca

Equação 2: Cálculo do rendimento de óleos essenciais

O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca de da parte aérea, calculado em mL conforme a Equação 3 a seguir.

$$\frac{T_o \times MSPA}{100} = R_o$$

Em que:

R_o - rendimento de óleo essencial produzido, mL por planta

T_o - teor de óleo essencial, mL por 100 g

MSPA - massa seca da parte aérea da planta de manjeriço, g por planta

Fonte: Santos et al. (2004)

Identificação dos Componentes Químicos do Óleo Essencial

A análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada por Cromatografia de Fase Gasosa acoplada ao Detector de Ionização em Chama (CG/DIC), e de Cromatografia de Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (CG/EM). Na análise por Cromatografia Gasosa foi utilizado Cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar Chrompack CP-SIL 5 (30m x 0,5mm), com espessura do filme de 0.25 µm; temperatura do injetor de 220°C e do detector de 240°C; hélio como gás de arraste (1mL/min), com programa de temperatura do forno de: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20 min). As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, coluna capilar B-5ms (30m x 0,25mm, espessura de filme 0.25 µm); temperatura do injetor 220°C, gás de arraste hélio (1mL/min); temperatura da interface de 240°C; temperatura da fonte de ionização de 240°C; energia de ionização 70 eV, corrente de ionização: 0,7kV e programa de temperatura do forno: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20min)

Produção relativa da cultura

A partir dos dados de colheita, determinou-se a produção relativa de cada tratamento, tendo como referência a produção do tratamento que não recebeu adubo orgânico no seu substrato (testemunha), conforme relação a seguir:

$$PR = \frac{MFPA_{ti}}{MFPA_{test}} \times 100$$

em que:

PR - produção relativa, %

MFPA_{ti} - massa de matéria fresca da parte aérea de um dado tratamento i, g

MFPA_{test} - massa de matéria fresca da parte aérea da testemunha (T1), g.

Delineamento Estatístico

O delineamento experimental foi em bloco inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, totalizando 50 parcelas. Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS. (SAS Intitute, 2011). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com a análise química dos substratos orgânicos com húmus de minhoca (T2), composto orgânico (T3), esterco bovino (T4) e cama-de-frango (T5), evidenciou-se a presença de nutrientes em concentração elevada, como o fósforo e potássio. (Tabela 1 e Tabela 2).

Na tabela 2, (após a colheita) observou-se uma redução de nutrientes como o K, Ca e Mg nos substratos, quando comparados seus valores na tabela 1, (antes do plantio do manjericão), podendo-se atribuir o uso desses nutrientes pelas plantas de manjericão. De acordo com Taiz e Zaiger (2004), o P é um nutriente muito importante para a formação do sistema radicular, e seu fornecimento é fundamental nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, pois esse elemento fornece energia para diversos processos metabólicos ligados ao

crescimento das plantas. E o K, em maior disponibilidade, eleva a translocação de açúcares para as regiões de crescimento das plantas. Portanto, a disponibilidade desses nutrientes nos ingredientes dos substratos, deve ser considerada para um bom desenvolvimento das plantas.

Por meio de análise visual, pode-se perceber que as plantas cultivadas com os substratos com esterco bovino (T4) e cama-de-frango (T5), destacaram-se dentre as demais por apresentarem-se mais vigorosas, de coloração verde intenso e com maior desenvolvimento vegetativo, indicando que esses substratos foram eficientes no crescimento e desenvolvimento das plantas de manjeriço. (Figura 4).

Foi observado que o tratamento controle (T1), apresentou-se com tamanho reduzido e folhas visivelmente amareladas, quando comparadas com as plantas dos demais tratamentos. Esse resultado pode ser explicado pelas características químicas do solo utilizado no tratamento controle (T1) (Latosolo amarelo distrófico), que apresenta-se com pH ácido (5,2) e presença de alumínio na sua composição ($0,5 \text{ cmol/dm}^3$), (Tabela 1 e Tabela 2). Características que são prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. O tratamento onde se utilizou o substrato com húmus de minhoca (T2) e composto orgânico (T3), também se apresentam com folhas amareladas. (Figura 4), porém seu desenvolvimento vegetativo foi semelhante aos tratamentos (T4 e T5).

Figura 4. Plantas de manjeriço submetidas aos tratamentos: T1) controle, T2) substrato com húmus de minhoca, T3) substrato com composto orgânico, T4) substrato com esterco bovino, T5) substrato com cama de frango.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

Segundo Sousa e Rezende (2003), o efeito do esterco de aves é muito parecido com o da uréia porque tem efeito rápido, sendo, porém os que mais rápido desaparecem. Fonseca (2005) afirma que o esterco de galinha, além do valor em macronutrientes, é rico em micronutrientes, dando excelentes condições de equilíbrio orgânico para o solo. O esterco de gado aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo, e a agregação do substrato (SILVA et al., 2005). A aplicação de húmus ao solo tem papel importante no estímulo da atividade microbiana. Além de disponibilizar macro e micronutrientes para as plantas, ele aumenta a eficiência de bactérias fixadoras de nitrogênio (SOARES et al., 2004).

O teste F demonstrou que houve efeito significativo entre todos os fatores avaliados ao nível de 1% e 5% de probabilidade. (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da análise de variância para as variáveis de produção do manjeriço.

FV	GL	QM									
		Altura	Diam.	Clor a	Clor b	Clor T	MFPA	MSPA	MFRA	MSRA	CR
Bloco	9	7.89	0.67	2.17	1.54	30,5	2294.98	96.50	602.96	10.82	50.05
Trat.	4	29.36*	28.43**	133.40**	17.42**	214.97**	57329.37**	2017.59**	10766.18**	165.69**	112.15**
Erro	34	10.74	0.65	8.95	1.93	16.10	10.434.518	57.46	403.50	9.31	43.56
Total	47										
CV%		7.35	10.73	13.17	21.73	13.78	20,49	23.68	26.92	32.64	14.53
M G		44.55	7.52	22.72	6.38	29.11	157.61	32.00	74,59	8.80	45.40

* = significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

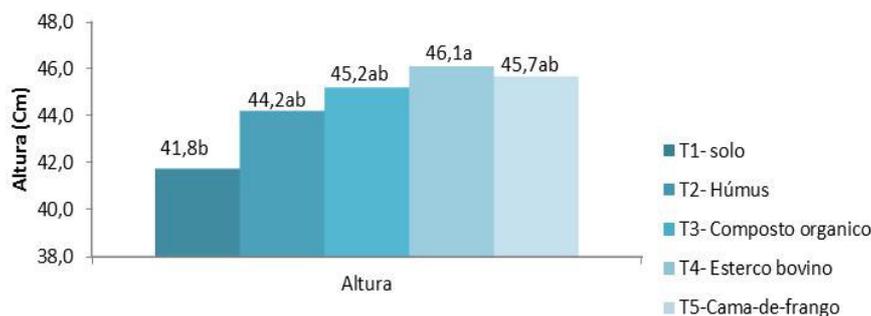
Houve efeito significativo na altura das plantas de manjeriço cultivadas com o substrato onde se utilizou o substrato com esterco bovino (T4), apresentado média de 46,10 cm/pl. (Figura 5). Os tratamentos com húmus de minhoca (T2) composto orgânico (T3) e cama-de-frango (T5), tiveram crescimento semelhantes, não apresentaram diferenças estatísticas entre si. O tratamento controle (T1) apresentou o menor tamanho de planta, com 41,8 cm/pl.

Santos et al. (2009) realizaram estudo com esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.), onde constataram que maiores concentrações de esterco bovino proporcionaram efeito crescente na altura de planta, com média de 45 cm/pl. A resposta positiva do crescimento das plantas de manjeriço, foi em consequência do acréscimo de esterco bovino em combinação, provavelmente devido à fertilidade do substrato.

Blank et al. (2005) estudando a Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço cv. Genovese, utilizando 5 tratamentos, hortosafrá®, esterco de galinha, esterco de galinha + hortosafrá® esterco bovino, esterco bovino + hortosafrá®, observaram que a adubação mineral e orgânica não afetou significativamente a altura das plantas, atingindo tamanhos de planta de 38,5; 37,7; 36,1 e 33,3 cm/pl, respectivamente, e que a adubação com esterco bovino foi a que proporcionou o menor tamanho de plantas. De acordo com Silva et al. (2001), a qualidade do substrato depende das proporções e dos materiais que compõem a mistura, e das propriedades físicas e químicas adequadas ao desenvolvimento da planta.

O substrato contendo esterco bovino (T4), nas proporções utilizadas, forneceram as melhores condições de crescimento das nas plantas de manjeriço. Correia et al. (2001) afirmam que o esterco é um componente orgânico que, em adição a outros componentes, melhora as condições físicas do substrato, como aeração e drenagem.

Figura 5. Médias da altura das plantas de Manjeriço cultivadas em diferentes tipos de substratos.



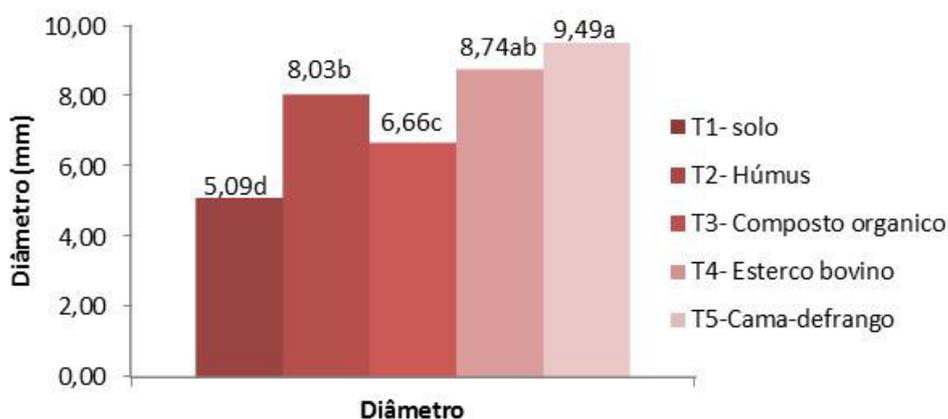
O diâmetro do caule das plantas de manjeriço apresentaram diferenças significativas sob a influência da composição dos substratos (Figura 6). Observa-se que os maiores diâmetros foram nas plantas cultivadas com o tratamento (T5), onde se utilizou substrato com cama de frango, com média de 9,49 mm/pl, sendo superior aos tratamentos com húmus de minhoca (T2), com 8,03 mm/pl, composto orgânico (T3), com 6,66 mm/pl e esterco bovino (T4) com 8,74 mm/pl. O tratamento controle (T1), solo puro, apresentou o menor diâmetro de caule, com média de 5,09 mm/.

Esse resultado era esperado diante das características químicas do Latossolo amarelo distrófico, que foi utilizado no experimento. Com o pH em água de 5,2, considerado ácido e alumínio trocável ($0,2 \text{ cmol/dm}^3$) na sua composição, pode ter causado decréscimo na disponibilidade dos nutrientes, sendo prejudicial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Os substratos onde se utilizaram adubos orgânicos apresentaram-se com características nutricionais adequadas ao crescimento das plantas, com pH em torno de 7,0, sem a presença do alumínio e grande disponibilidade de nutrientes. (Tabela 2 e Tabela 3).

Paiva et al. (2011) realizaram um estudo da composição de substratos para o desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum L.*), trabalhando com 5 tipos de substratos: T1: arisco; T2: areia; T3: esterco e areia (2:1); T4: esterco, areia, arisco (1:1:1); T5: húmus de minhoca, areia e arisco, observando que os maiores diâmetros do caule das mudas de manjeriço foram quando cultivadas com o esterco, em combinação com areia e arisco (T4). Segundo os

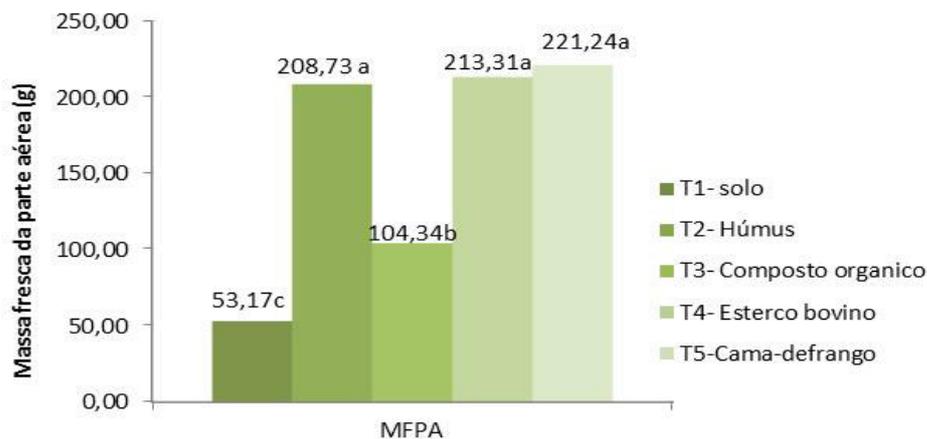
autores, as mudas com diâmetro mais espesso (maior reserva) têm maior probabilidade de sobrevivência, diminuindo assim a necessidade de replantio no campo, e obviamente, o custo de implantação da lavoura. De acordo com Souza et al. (2006), o diâmetro do caule está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea, e em especial ao sistema radicular, portanto, favorecendo o crescimento das plantas.

Figura 6. Médias de diâmetro do caule das plantas de manjeriço submetidas a diferentes tipos de adubação orgânica.



A produção de biomassa fresca da parte aérea foi significativamente superior nos tratamentos com os substratos onde se utilizou húmus de minhoca (T2), esterco bovino (T4) e cama de frango (T5) na sua composição, não apresentando diferenças entre si, com médias de 208,73; 210,31 e 221,24 g/pl, respectivamente. Fazendo-se uma comparação entre a testemunha (T1) solo puro, e os demais tratamentos (T2,T3,T4 e T5), pode-se observar que todos os substratos foram superiores ao tratamento controle (T1).(Figura 7).

Figura 7. Médias de biomassa (g/pl) fresca da parte aérea das plantas de manjeriço submetidas a diferentes tipos de substratos.



Quanto a biomassa seca da parte aérea, pode-se verificar que a composição do substrato onde se utilizou o húmus de minhoca (T2), também proporcionou o maior rendimento de massa, com média de 46,95 g/pl, indicando a influência da composição química desse substrato (Tabelas 2 e 3) no desenvolvimento das plantas de manjeriço. Os tratamentos controle (T1) e composto orgânico (T3) não se diferenciaram; o mesmo foi observado entre os tratamentos com esterco bovino (T4) e cama-de-frango (T5), que também não apresentam diferenças entre si na quantidade de biomassa produzida (Figura 8).

Sousa et al. (2003), em estudo semelhante com a produção de biomassa da parte aérea da erva cidreira (*Melissa ssp.*), em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK, verificaram que o esterco bovino foi estatisticamente superior ao húmus de minhoca e ao composto orgânico, sendo igual ao NPK. Os autores chegaram a conclusão de que o esterco bovino foi o único tratamento em que o aumento da dose melhorou a eficiência da resposta da planta ao adubo, ou seja, quanto maior for a quantidade de esterco disponível, melhor será o desenvolvimento da planta.

Morais et al.(2012), estudando a Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atoveran (*Ocimum selloi* Benth.), observaram incremento significativo entre os tratamentos, tendo o tratamento com cama de aviário (5 kg m⁻²) o maior rendimento com 280,37 g por 4 plantas. Os autores concluíram que a cama-de-aviário apresentou melhores resultados quanto à produção de folhas de *Ocimum selloi* quando comparada aos demais tratamentos orgânicos. Chaves et al.(2002), estudaram o efeito de

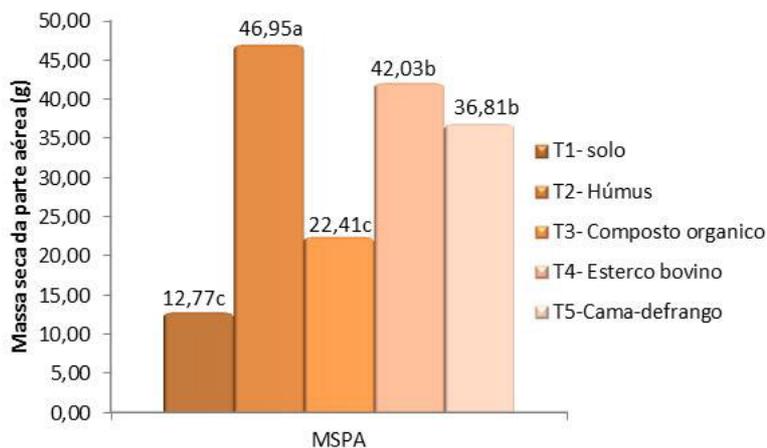
diferentes doses de adubo orgânico (cama-de-aviário) na produção de folhas, de caules e de inflorescências de *O. gratissimum*, e concluíram que doses crescentes de esterco de poedeira favoreceram um aumento na produção dos componentes da parte aérea da planta (folhas, caules e inflorescências).

Blank et al. (2005) observaram que cultivo de *O. gratissimum*, submetido a esterco de galinha associado ou não com Hortosafra[®], apresentou produção de matéria seca da parte aérea significativamente superior aos tratamentos nos quais as plantas foram adubadas exclusivamente com esterco bovino.

Maia et al. (2004) avaliaram a influência da adubação orgânica e mineral no crescimento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., constatando que os maiores acúmulos de biomassa seca de folha foram obtidos com a aplicação de esterco de aves (45 e 80 g), e os menores foram da testemunha (3 e 13 g). Souza et al. (2010) observaram que a produção de massa fresca e seca foi maior com a aplicação do esterco de curral, embora esse resultado não tenha influenciado um maior rendimento de óleo essencial.

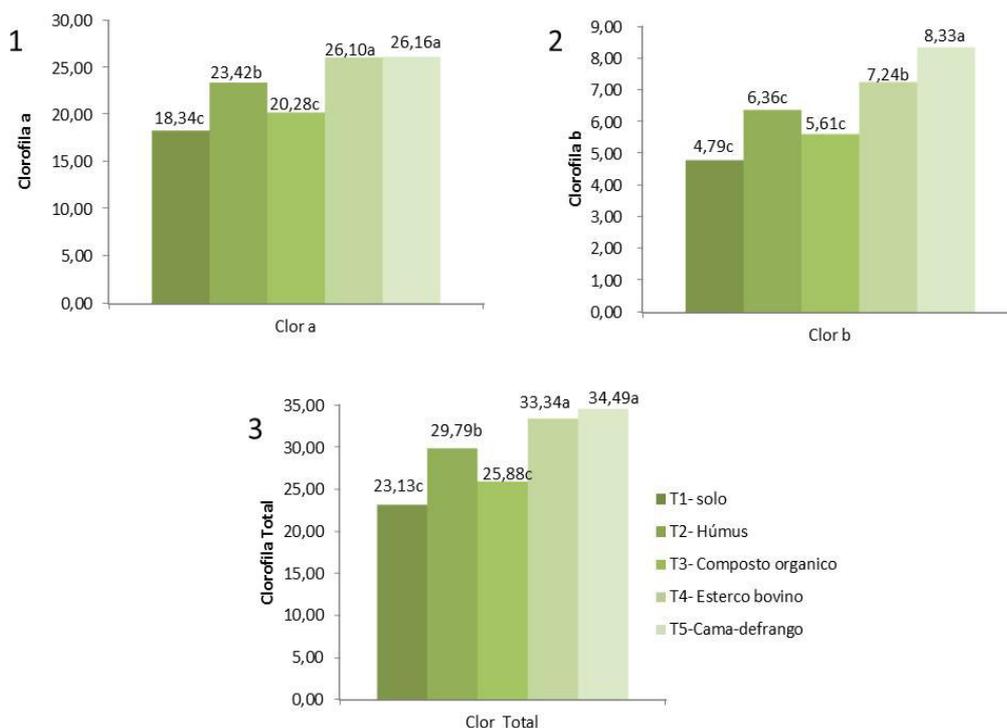
Corrêa et al. (2010) fizeram um estudo com adubação orgânica na produção de biomassa, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. Os autores constataram que houve efeito significativo da adubação de esterco bovino e esterco avícola na produção de biomassa de orégano. Os mesmos relataram que a biomassa seca total (BST) de folha (BSF) e de caule (BSC), tanto para adubação com esterco bovino, como adubação com esterco avícola, teve um aumento de 76,82 g (BST) obtida na dosagem de 10,1kg m² para esterco bovino e 77,31 g de BST na dosagem de 3,86 kg m² de esterco avícola.

Figura 8. Médias de biomassa seca (g/pl) da parte aérea das plantas de manjeriço submetidas a diferentes tipos de substratos.



Com relação aos teores de clorofila das plantas de manjeriço, foram observados efeitos significativos positivos da adubação sobre os pigmentos fotossintéticos das plantas. Os valores de clorofila a, b e total, foram maiores nas folhas das plantas de manjeriço adubadas com esterco bovino (T4) e cama de frango (T5), que não apresentaram diferenças entre si. A clorofila b teve um valor quase duas vezes maior nas plantas adubadas com cama de frango em relação as plantas sem adubação (T1) (Figura 9), confirmando que a adubação interfere na quantidade de fotoassimilados produzidos pelas plantas. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o balanço nutricional adequando da planta pode manter sua capacidade fotossintética. E, na fotossíntese, o nitrogênio está diretamente relacionado à quantidade de irradiância interceptada, e como ela é usada de forma eficiente, devido a sua presença na clorofila, proteínas e outros metabólicos importantes. Com isso, pode-se inferir que os adubos com esterco bovino e cama de frango favoreceram as plantas de manjeriço, melhores condições para produção de clorofila.

Figura 9. Médias de clorofila a, b e clorofila total das plantas de manjeriço submetidas a diferentes tipos de substratos orgânicos.

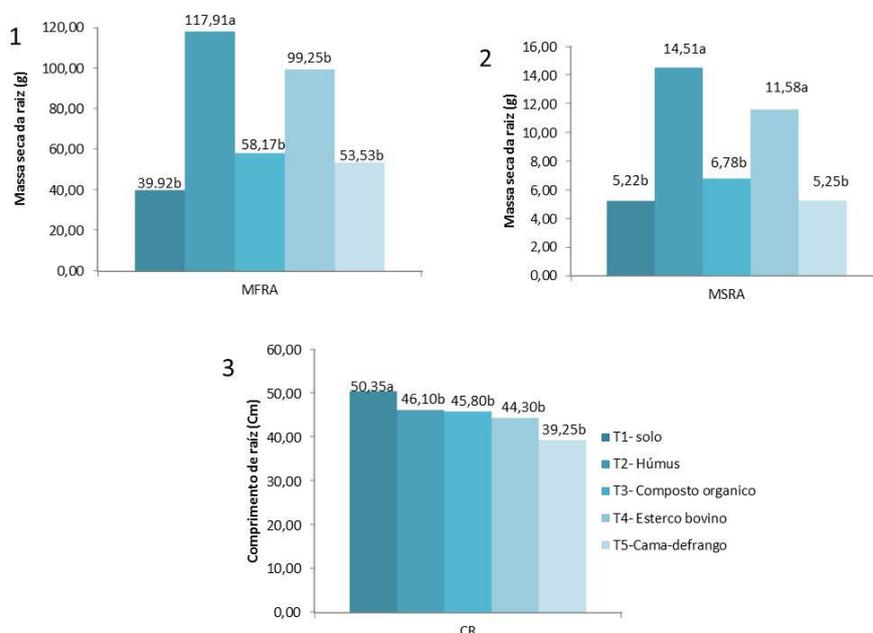


Analisando o sistema radicular da espécie de manjeriço, observou-se que o comprimento, massa fresca e seca das raízes foram afetados significativamente pelos diferentes tipos de substratos orgânicos utilizados. As biomassas fresca e seca das raízes tiveram o mesmo comportamento. O tratamento com húmus de minhoca (T2) e esterco bovino (T4) proporcionaram maior massa fresca e seca das raízes das plantas de manjeriço. Nos tratamentos (T1) sem adubação, (T3) composto orgânico e (T5) cama de frango não apresentaram diferenças entre si. (Figura 10).

Com relação ao comprimento das raízes, o tratamento que apresentou a maior média (50,35 mm) foi o tratamento (T1) sem adubação, seguido dos tratamentos (T2, T3 e T4), com médias de 46,10 cm, 45,80 cm, 44,30 cm, respectivamente, que não se diferenciaram entre si. (Figura 10). Segundo Rosal et al. (2005), este fato pode estar relacionado com um mecanismo de sobrevivência desenvolvido pelas plantas, com maior investimento no sistema radicular, tendo em vista a maior exploração do solo diante dos baixos níveis de nutrientes no ambiente de cultivo. Então, provavelmente, as raízes das plantas do tratamento (T1) sem adubação, desenvolveram-se mais, em relação às raízes dos demais tratamentos com adubação, pela necessidade de busca por nutrientes.

Paiva et al. (2011), em estudo sobre a composição de diferentes substratos: T1: arisco; T2: areia; T3: esterco e areia (2:1); T4: esterco, areia, arisco (1:1:1); T5: húmus de minhoca, areia e arisco, no desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), relataram que o melhor tratamento foi o substrato arisco (T1), com comprimento de 29,81cm, seguido do substrato T4, T3 e T2 com 27,78cm, 26,48cm e 25,86cm, respectivamente. O menor valor observado foi o do substrato T5, com 24,48cm. De acordo com os autores, esses resultados talvez tenham ocorrido pelas características físicas e químicas dos substratos, principalmente em relação às características físicas, tais como a porosidade.

Figura 10. Médias de massa fresca, seca e comprimento das raízes das plantas de manjeriço, submetidas a diferentes tipos de substratos orgânicos.



Teor e rendimento do óleo essencial

Os diferentes tipos de substratos não alteraram significativamente ($p > 0,05$) o teor e o rendimento do óleo essencial extraído da biomassa seca da parte aérea das plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). As médias do teor de óleo essencial, obtidas nos diferentes tratamentos, variaram de 0,62% a 0,79% com coeficiente de variação (CV) de 13,16% (Tabela 6). As médias do rendimento do óleo essencial variaram de 0,07 a 0,10 ml, com um coeficiente de variação de 12,26%. A produção expressiva de biomassa seca e fresca nos tratamentos onde

se utilizou adubos orgânicos em relação a testemunha, não refletiu no teor e rendimento do óleo essencial das plantas de manjeriço.

De acordo com Chaves et al. (2002), não há na literatura um consenso em relação à resposta do rendimento de óleo essencial frente ao uso de tipos de adubos e muito menos de doses. Para o manjeriço, são registrados aumentos no teor de óleo essencial em quatro concentrações de NPK, sendo N (0, 80, 160, 240 kg ha⁻¹), P (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹), K (0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹) mais micronutrientes (Hornok, 1983). Silva et al. (2001) registram melhores resultados para rendimento do óleo em Manjeriço adicionando NPK ao esterco de aves. Carvalho Filho et al. (2006) verificaram maior rendimento do óleo essencial de manjeriço quando a massa fresca de folhas e inflorescências foram utilizadas para extração do óleo.

Esses resultados estão de acordo com Santos et al. (2009), que realizaram o estudo utilizando adubação orgânica com esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.), verificando que o teor de óleo essencial não foi influenciado pela interação biofertilizante x esterco bovino, nem pelas doses de biofertilizante.

Tabela 6. Médias do teor e rendimento do óleo essencial, extraído da parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L., cultivadas com diferentes tipos de substratos.

Tratamentos	Teor de óleo essencial (%)	Rendimento do óleo essencial (ml)
T1	0,73 a	0,10^a
T2	0,78 a	0,09^a
T3	0,79 a	0,09^a
T4	0,76 a	0,08^a
T5	0,62 a	0,07^a
CV (%)	13,16	12,26
Média Geral	0,73	0,90

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V. = coeficiente de variação.

Santos et al. (2009), estudando o cultivo da *Melissa officinalis* L. com o uso da adubação orgânica (esterco bovino), observaram o efeito crescente do rendimento de óleo essencial em função das doses de esterco bovino, relatando um rendimento de 10,3% em relação à testemunha, nas maiores concentrações do adubo. Este fato pode estar relacionado à quantidade de nitrogênio presente

no esterco, sendo este nutriente o responsável pelo crescimento vegetativo das plantas.

Composição química do óleo essencial

O óleo essencial extraído de toda a parte aérea da planta de manjeriço foi submetido à análise química e, assim, determinados os seus constituintes. Foram identificados 27 compostos do óleo essencial das plantas de manjeriço cultivadas em diferentes substratos, com um total de mais de 98% do componentes identificados. (Tabela 7).

Tabela 7. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea das plantas de manjeriço.

Composto	IK _{lit}	IK _{calc}	TRATAMENTOS				
			T1	T2	T3	T4	T5
α- Pineno	939	936	0,82	0,97	0,95	1,06	0,86
Canfeno	954	952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benzaldeído	960	962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sabineno	975	975	0,00	0,37	0,00	0,48	0,52
β-pineno	979	979	0,66	0,88	0,91	1,03	0,80
β-mirceno	990	990	0,00	0,36	0,39	0,44	0,42
o-cimeno	1026	1025	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Limoneno	1029	1029	0,63	0,67	0,88	0,94	0,86
1,8-cineol	1031	1033	5,55	7,58	6,91	7,79	5,06
(E)-β-ocimeno	1050	1048	0,61	0,92	0,89	1,25	0,89
γ-terpineno	1054	1060	0,44	0,45	0,49	0,46	0,53
hidrato de sabineno	1070	1068	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fenchona	1086	1088	0,35	0,38	0,37	0,37	0,41
Linalol	1096	1098	1,38	1,07	2,04	1,15	1,07
Cânfora	1146	1146	1,16	1,14	1,40	1,12	1,03
terpinen-4-ol	1177	1179	2,03	2,43	2,33	2,22	1,93
α-τερπινεολ	1188	1191	0,59	0,00	0,00	0,70	0,68
metil chavicol	1196	1201	10,76	10,57	8,64	11,70	9,14
acetato de octila	1213	1210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de fenchila	1220	1220	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neral	1238	1241	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Geraniale	1267	1271	0,00	0,37	0,44	0,41	0,00
acetato de bornila	1288	1285	0,68	0,00	0,45	0,46	0,56
Z-cinamato de metila	1299	1307	0,68	6,63	6,85	6,45	5,32
Carvacrol	1299	1312	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E-cinamato de metila	1378	1391	54,84	55,80	55,04	54,81	58,06
E-cariofileno	1419	1422	1,18	1,00	1,22	0,87	1,39

α-βεργαμοτενο	1435	1437	2,01	1,42	1,36	1,23	1,98
α-γυαιενο	1439	1440	0,37	0,42	0,00	0,00	0,43
α-ηυμυλενο	1454	1455	0,63	0,47	0,57	0,47	0,77
Germacreno D	1485	1482	1,18	1,11	1,22	0,94	1,42
α-βυλνεσενο	1509	1505	0,69	0,56	0,64	0,49	0,72
γ-cadineno	1513	1514	0,85	0,72	0,73	0,49	0,71
Espatulenol	1578	1579	0,89	0,48	0,72	0,45	0,54
óxido de Cariofileno	1583	1584	0,92	0,39	0,53	0,37	0,48
1,10-di-epi-cubenol	1619	1615	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Cubenol	1646	1643	2,29	1,51	2,07	1,41	1,73
Total identificados			98,08	98,54	98,35	98,82	97,35

*KI = índice de Kovalt calculado; *KI lit = índice de Kovats da literatura

De acordo com a tabela 8, dos compostos químicos de predominância no óleo essencial do manjeriço, apenas o z-cinamato de metila apresentou significância entre os tratamentos. Os demais componentes: 1,8-cineol, Metil chavicol e z-cinamato de metila não apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 8. Resultado da análise de variância aplicado aos compostos químicos predominantes no óleo essencial do manjeriço.

Variável	CV%	Pr>Fc
1,8-cineol	20,64	0.1555ns
Metil chavicol	21,20	0.4473ns
E-cinamato de metila	10,87	0.9566ns
Z-cinamato de metila	8,05	0.0264*

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo

Pode-se observar na tabela 9, que os tratamentos T1 e T3 não apresentaram diferenças entre si, quanto à porcentagem do componente z-cinamato de metila. O mesmo pode ser observado para os tratamentos T2 e T4, que não se diferenciaram entre si. O tratamento T5 foi o que apresentou a menor quantidade do componente z-cinamato de metila na composição do óleo essencial das plantas de manjeriço.

Tabela 9: Médias da quantidade de z-cinamato de metila, componente encontrado na composição química do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L., cultivadas com diferentes tipos de substratos.

Tratamentos	z-cinamato de metila
T1- solo	6,74 a
T2- H	6.63 ab
T3- C.O	6,84 a
T4- E.B	6,44 ab
T5-C.F	5,31 b

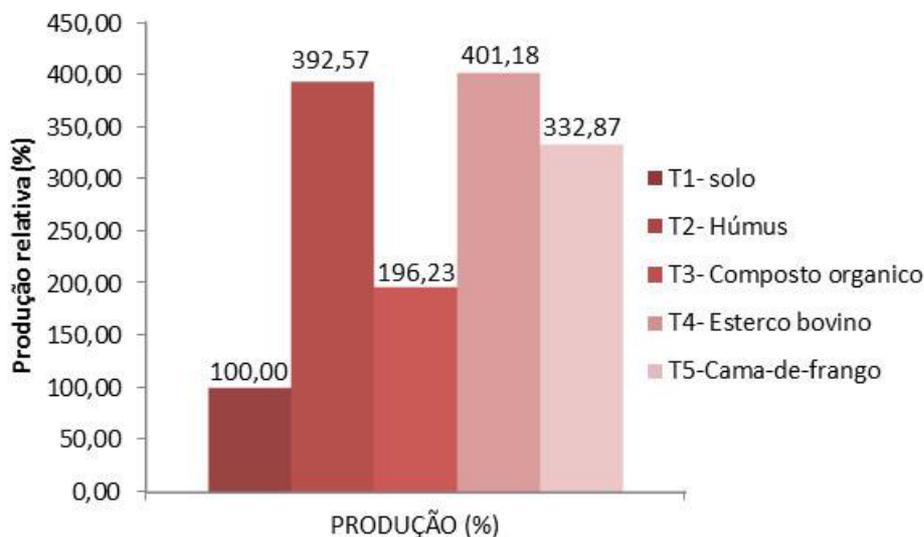
*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V. = coeficiente de variação.

Resultados obtidos até o momento têm mostrado que a produção, tanto de biomassa quanto de metabólitos secundários, varia em função da espécie e dos adubos utilizados e, portanto, há necessidade de se avaliar as exigências de cada espécie, bem como o manejo adequado da adubação (COSTA et al., 2008a). Segundo Maia et al. (2005), o aprimoramento do óleo deverá ser obtido por meio da melhoria na nutrição da planta, do melhoramento genético, do manejo, colheita e pós-colheita e também pelos métodos de avanço na extração do óleo. Para chaves et al. (2002), o entendimento da dinâmica que ocorre com as plantas medicinais, constitui-se em uma base para o cultivo, visto que a mesma está na dependência de fatores bióticos e abióticos que regulamentam todo esse processo que envolve o metabolismo secundário.

Produção Relativa do Manjeriçã

Na Figura 11, apresenta-se a produção relativa da biomassa fresca da parte aérea do manjeriçã submetido a diferentes substratos orgânicos. O tratamento (T4), substrato que continha esterco bovino na sua formulação, proporcionou uma produção de 401,18% a mais que o tratamento controle (T1), sem adição de adubo. Seguido pelos tratamentos com húmus de minhoca 392,57% , cama de frango 332,87% e composto orgânico com 196,23%. Segundo Malavolta et al. (2002), a adubação orgânica é importante para produtividade de muitos tipos de solos, considerando, sobretudo, a grande variação das características físico-químicas. Os adubos orgânicos possuem efeito regulador na temperatura do solo, retardam a fixação do fósforo e elevam a capacidade de troca catiônica do solo, reduzindo a lixiviação de nutrientes, como o potássio, o cálcio e o magnésio. Biasi et al. (2009) afirmam que a disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores relevantes na produção de plantas medicinais.

Figura 11. Produção relativa do manjericão em função dos diferentes substratos utilizados no cultivo da planta.



3- CONCLUSÃO

O substrato com húmus de minhoca foi o mais eficiente para as variáveis de produção de biomassa fresca e seca da parte aérea e biomassa fresca e seca das raízes

Os diferentes tipos de substratos não alteraram significativamente ($p > 0,05$) o teor e o rendimento do óleo essencial extraído da biomassa seca da parte aérea das plantas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.).

Os principais compostos químicos encontrados no óleo essencial do manjericão foram: 1,8-cineol, metil chavicol, e-cinamato de metila, e z-cinamato de metila. Dentre estes compostos, o mais representativo foi o e-cinamato de metila, com mais de 50%, independente do tipo de substrato utilizado.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.

BERTOLUCCI, S. K. V.; LAMEIRA, A. O.; PINTO, J. E. B. P. Guia das plantas medicinais. In: LAMEIRA, A. O.; PINTO, J. E. B. P. (Eds.). **Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 199-201. 2008.

BLANK, A. F. et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço *cv. genovese*. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 36, Nº 2.: 175 -180. 2005.

BLANK, A. F. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.113-116, 2004.

BLUM, L. E. B. et al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira** 21: 627-631. 2003.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 16: 24-30. 2006.

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 colheita**. Botucatu: UNESP. 144p (Tese doutorado). 2002.

COSTA, C. M. G. R. et al. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. **Tecnol. & Ciência Agropec.**, João Pessoa, v.3, n.3, p.35-38, set/2009.

FERNANDES, P. C. et al. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.

FURLAN, M.C. **Efeito da adubação com N, P2O5-K2O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cv.**

genoves. 172p. (Tese) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2000.

GARLET, T. M. B. **Produtividade, teor e composição do óleo essencial de espécies de *Mentha* L. (Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio**. Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, (Tese Doutorado). 2008.

GARLET, T. M. B; SANTOS, O. S. S. Solução nutritiva e composição mineral de três espécies de menta cultivadas no sistema hidropônico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1233-1239, ago, 2008.

KLIMÁNKOVÁ, E. et al. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. **Food Chemistry**, v.107, p. 464-72, 2008

LORENZI, H.: Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas e Árvores Nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, Vol. I – 4ª edição. p. 131. 2002

LORENZI, H.; MATOS, Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 4.ed. v. 1. 351p. 2002.

MAIA, N. B. Perfume de manjeriço. Disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2006/02/01/perfume-de-manjericao/>> acessado em 15 de janeiro de 2014. (Nilson Borlina Maia — Instituto Agrônômico de Campinas).

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará**: tecnologia de produção e óleos essenciais. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 61-63. 2007 (série BNB - ciência e tecnologia 2)

MORAIS, L. A. S.; BARBOSA, A. G.. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atoveran (*Ocimum*

selloi Benth.). **Rev. bras. plantas med.** vol.14, n. spe, pp. 246-249. ISSN 1516-0572. 2012.

LUZ, J. M. Q. et al. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjerição sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira** 27: 349-353. 2009.

OLIVEIRA, R. A. de; MOREIRA, I. S.; OLIVEIRA, F. F. Linalool and methyl chavicol present basil (*Ocimum sp.*) cultivated in Brazil. **Rev. bras. plantas med.** vol.15, n.2, pp. 309-311. 2013.

PAIVA, E. de P. et al. Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 62-64 67, out.-dez., 2011.

PAVIANE, L. C. L, **Extração com CO₂ a altas pressões e fracionamento do óleo essencial de capim-limão utilizando peneiras moleculares.** 92 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Alimentos. Universidade Regional do Alto do Uruguai e das Missões, Erechim- RS, 2004.

RADÜNZ, L. L. **Efeito da temperatura do ar de secagem no teor e na Composição dos óleos essenciais de guaco (*Mikania glomerata Sprengel*) e hortelã-comum (*Mentha x villosa* Huds).** Viçosa: UFV. 90p. 2004. (Tese doutorado)

RADÜNZ, L. L. **Secagem de alecrim pimenta, guaco e hortelã-comum sobre diferentes temperaturas e sua influência na quantidade e qualidade dos princípios ativos.** Viçosa, MG. (Dissertação) (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

RAMOS, M. B. M. et al. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira** 22: 566-572. 2004.

SANTOS, M. F. et al. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinallis* L.).**Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, p.355-9, 2009.

SILVA, P. A. et al. Efeito da adubação mineral e orgânica e do horário de colheita em manjeriço-doce. **Horticultura Brasileira** 19, 2001.

SILVA, Francieli da. et al. **Armazenamento e conservação de manjeriço após diferentes épocas e horários de colheita**. Pesq. agropec. Bras. [online], vol.40, n.4, pp. 323-328. ISSN 0100-204. 2005.

SILVA, P. de A. et al. Efeitos da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf]. **Ciência Agrônômica**, v.34, n.1, p.92-96, 2003.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SOARES, R. D. et al. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 1108-1113, 2007.

SOUSA, A. H, de. et al; Produção de biomassa na parte aérea da erva cidreira (*Melissa ssp.*) em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Volume 3 – Nº 2 – 2003.

SOUZA, F. C; NASCIMENTO, F. J.; MESQUITA, L. X. Adubos orgânicos e NPK e sua influência na produção de biomassa de alecrim-pimenta. **Revista Verde** 1 (3): 32-35. 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing, 2004.

TEIXEIRA, J. P. F.; MARQUES, M. O .M., FURLANI, P. R.; FACANALLI, R. Óleo essencial de duas variedades de manjeriço em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.18, suplemento especial, p.982-3, 2000.

VIEIRA, M. C.; HEREDIA, Z. N. A.; RAMOS, M. B. M. Produção de biomassa de *Mentha x villosa* Huds e *Mentha cf. longifolia*, em função de cama-de-aviário

semidecomposta e de épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 25-29, 2002.

VIEIRA, R. F. et al. Genetic diversity of *Ocimum grantissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematic Ecologic.**, v.29, p.287-304, 2001.

CAPITULO 3

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO, RENDIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DO HORTELÃ-MIÚDO

(Mentha piperita L.)¹

¹Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de plantas medicinais.

Avaliação de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e na composição química do óleo essencial da hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.)

Autora: Edinélia Lima Amorim

Orientador: Franceli da Silva

Co-orientador: Dr. Manoel Teixeira de Castro Neto

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes substratos orgânicos no crescimento, rendimento e composição química do óleo essencial das plantas de hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.). O experimento foi conduzido em viveiro telado com 50% de luminosidade, instalado no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constando de 5 tratamentos com 10 repetições. T1- solo; T2 – húmus de minhoca + solo + areia; T3 - composto orgânico + solo+ areia; T4 – esterco bovino + solo + areia; T5 - cama de frango + solo + areia nas proporções 2:1:1. A colheita foi realizada aos 52 dias após o plantio. O material vegetal foi colocado em estufa com circulação forçada de ar a 40°C. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. O teor e o rendimento do óleo essencial foram calculados por equação. A composição química do óleo essencial foi analisada por cromatografia gasosa. O substrato com esterco bovino (T4) foi o mais eficiente nas variáveis de produção: biomassa fresca e seca da parte aérea e da raiz e rendimento do óleo essencial. As variáveis diâmetro do caule, clorofila a, clorofila total e comprimento das raízes não diferiram entre si. Foram identificados 26 compostos do óleo essencial, tendo como principal, o óxido de piperitenona. Portanto, conclui-se que o substrato com esterco bovino, na proporção utilizada, foi eficiente no crescimento e rendimento do óleo do hortelã-miúdo. A composição química do óleo essencial não foi alterada com os diferentes substratos orgânicos utilizados na pesquisa.

Palavras-chaves: planta medicinal, biomassa, principio ativo.

Evaluation of different organic substrates on growth, yield and chemical composition of essential oil of mint kid (*Mentha piperita* L.)

Author: Edinélia Lima Amorim

Advisor: Dr.^a Franceli da Silva

Co-supervisor: Dr. Manoel Teixeira de Castro Neto

Abstract: This study aimed to evaluate the influence of different organic substrates on growth, yield and chemical composition of essential oil of mint plants - kid (*Mentha piperita* L.). The experiment was conducted in a nursery with 50 % brightness , installed in the experimental farm of the Federal University of Reconcavo of Bahia . The experimental design was randomized blocks, consisting of 5 treatments with 10 replications . T1 - soil; T2 - earthworm compost + soil + sand ; T3 - organic compost + soil + sand ; T4 - cattle manure + soil + sand ; T5 - poultry litter + soil + sand in the proportions 2:1:1 . Plants were harvested at 52 days after planting . The plant material was placed in an oven with forced air circulation at 40 ° C. The essential oil extraction was performed by hydrodistillation . The content and yield of essential oil was calculated by the equation. The chemical composition of the essential oil was analyzed by gas chromatography . The substrate with manure (T4) was the most efficient in the production variables : fresh and dry biomass of shoot and root yield and essential oil . Variables stem diameter , chlorophyll a , chlorophyll content and root length did not differ . 26 constituents of the essential oil were identified , with the primary , the oxide piperitenone . Therefore it is concluded that the substrate with manure in the proportion used was efficient on growth and oil yield of peppermint kid . The chemical composition of the oil was not changed with different organic substrates used in the research.

Keywords : medicinal plant , biomass , active principle .

1. INTRODUÇÃO

Hortelã-miúdo

A hortelã (*Mentha piperita* L.), popularmente conhecida como hortelã-miúdo, hortelã-rasteira, hortelã-verde, entre outras, está entre os mais populares ingredientes de chás no Brasil (MCKAY e BLUMBERG, 2006). A *Mentha* é usada para fins condimentares, na forma de aromatizantes alimentícios, *in natura* na forma de temperos, e medicinais como: analgésico estomacal e intestinal, estimulante das funções cardíacas, controle da azia, gastrite, cólicas e gases, (GRISI et al., 2006; LORENZI et al., 2008).

Pertencente à família Lamiaceae, tem grande importância econômica devido a sua abundância em espécies aromáticas (COSTA, 2008). O gênero *Mentha* compreende cerca de 25 espécies diferentes. São plantas herbáceas e perenes, de crescimento rápido e fácil, com caules violáceos e ramificados, folhas opostas, serradas e cor variando entre verde-claro e verde-escuro, flores lilases ou azuladas dispostas em espigas terminais, fruto tipo aquênio (WATANABE et al., 2006). O uso de plantas do gênero *Mentha* é amplamente difundido, tendo em vista sua adaptabilidade à diferentes condições edafoclimáticas, ao ciclo vegetativo anual e à quantidade de informações já existentes sobre suas características, desde anatômicas, bioquímicas, taxonômicas e, em alguns casos, até agronômicas (MONTEIRO, 2009). O interesse comercial deste gênero está, sobretudo, nos óleos essenciais produzidos e acumulados em estruturas especializadas, encontradas nestas espécies.

A composição do óleo essencial de *Mentha piperita* L. varia em função da variedade, do quimiótipo e dos fatores abióticos, não existindo uma definição exata de sua composição. Geralmente são encontrados os seguintes compostos majoritários: mentofurano, mentol e mentona (DAVID et al., 2006), linalol e acetato de linalila (GARLET, 2007), todos pertencentes à classe química dos terpenos, os quais são sintetizados por complexas reações do metabolismo secundário de algumas plantas (MONTEIRO, 2009).

No que se refere ao óleo essencial de *Mentha piperita* L, ele possui ação contra várias cepas bacterianas, tais como: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenos*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*, entre outras. Seu óleo essencial é

usado também no combate à levedura *Cândida albicans*, conforme experimento *in vitro* realizado por vários pesquisadores, a exemplo de AhMad e Beg (2001) e Sartoratto et al. (2004).

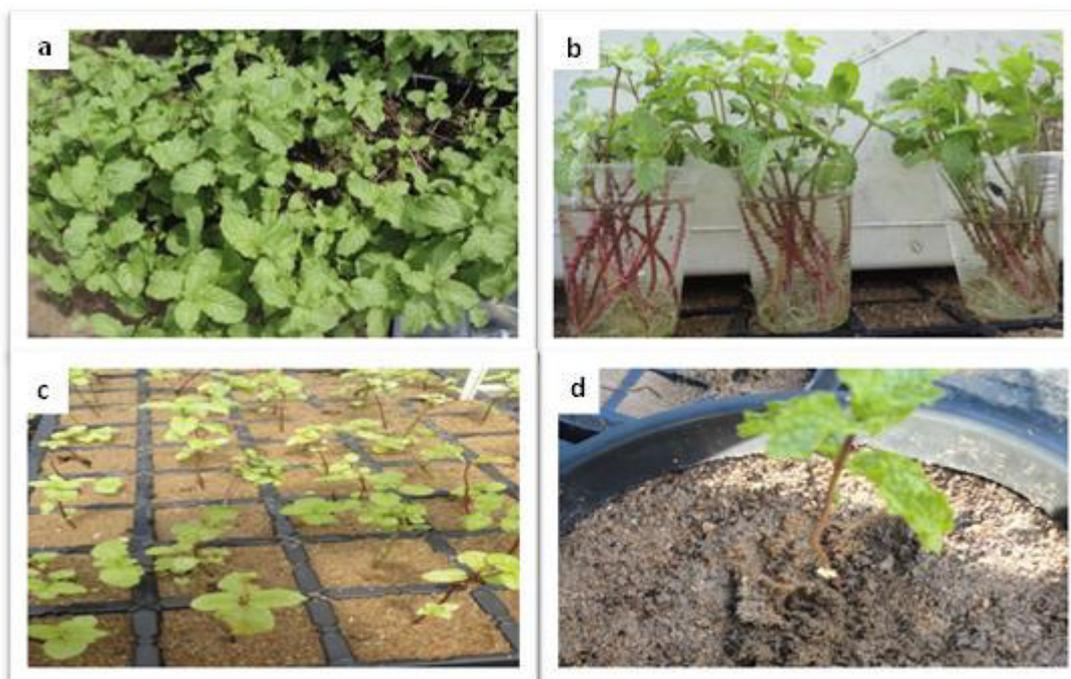
2- MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em viveiro telado no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, no município de Cruz das Almas-BA, situado na latitude sul 12° 40' e longitude oeste 39° 06' 23"W, com altitude média de 220 m. A precipitação média anual está em torno de 1.200 mm, com maior incidência de chuvas no período compreendido entre março e junho. O clima local é do tipo Aw a Am, tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% e a temperatura média anual é de 24,5°C.

As mudas da espécie de hortelã-miúdo, foram obtidas a partir de estacas, medindo 15 cm, retiradas de uma planta matriz. As estacas de hortelã-miúdo foram colocadas para enraizar por 10 dias em água e, posteriormente colocados em bandejas, utilizando como substrato a areia lavada, até a formação das mudas.

Figura 1. Hortelã miúdo: **a-** Planta matriz; **b-** Enraizamento das estacas; **c-** Mudas em bandejas; **d-** transplântio das mudas aos 20 dias.



Fonte: AMORIM, E. L. (2013).

Após a formação das mudas, as plantas foram retiradas das bandejas e transplantadas em vasos com capacidades para 8 kg de solos. Foram plantadas duas plantas por vaso e posteriormente foi feito o desbaste, deixando a planta mais vigorosa. A composição dos tratamentos está descrita a seguir:

- T1- solo
- T2 - Solo +Húmus de Minhoca + Areia (Proporção 2:1: 1)
- T3 – Solo + Composto orgânico + Areia (produzido com esterco bovino, capim de corte e calcário), (Proporção 2:1: 1)
- T4 - Solo +Esterco Bovino + Areia (Proporção 2:1: 1)
- T5 - Solo +Cama de Frango + Areia (Proporção 2:1: 1)

O solo utilizado foi o Latossolo amarelo distrófico que é o solo natural de ocorrência no recôncavo baiano, onde ocorre a produção natural da espécie. O solo foi peneirado e, a ele, foram adicionados os adubos e a areia, nas quantidades 2:1:1(6 kg se solo, 1 kg de areia lavada 1 kg de adubo em cada vaso).

Tabelas com as características químicas dos componentes dos substratos

Na tabela 1, encontra-se a análise individual das características químicas de cada componente utilizado na composição dos substratos.

Tabela 1. Análise química da fertilidade do solo, e dos substratos, antes do transplante do hortelã-miúdo.

Na tabela 1, encontra-se descrita a análise química de cada tratamento, antes do plantio das mudas oriundas de planta matriz, por estaquia.

Substrato	pH	P em água mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca + Mg cmol/dm ³	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V %	M.O g/kg
T1	5,2	8,00	0,13	0,32	0,47	0,79	0,50	0,12	3,41	1,04	4,45	23	12,93
T2	7,2	250	0,64	1,72	1,67	3,39	0,00	0,47	0,00	4,5	4,50	100	24,21
T3	6,9	150	0,77	1,23	0,08	1,31	0,00	0,37	1,43	2,44	3,87	63	13,87
T4	7,3	140	0,67	1,95	2,05	4,00	0,00	0,52	0	4,69	4,69	100	24,21

*Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMPRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA. * T1 solo, T2-húmus de minhoca+solo+areia, T3-Composto orgânico+solo+areia, T4-esterco bovino+solo+areia.

Na tabela 2, encontra-se descrita a análise química de cada substrato, após a colheita do hortelã-miúdo.

Tabela 02 – Análise química da fertilidade do solo e dos substratos, após a colheita da Hortelã-miúdo:

Substratos	pH	P em água mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca +Mg cmol/dm ³	Al	Na	H + Al	SB	CTC	V %	M.O g/kg
T1	5,3	8,00	0,09	0,15	0,38	0,53	0,30	0,09	2,86	0,71	3,57	20	10,35
T2	7,1	200	0,51	1,99	1,87	3,86	0,00	0,39	0,00	4,76	4,76	100	18,94
T3	7,0	150	0,51	1,72	1,54	3,26	0,00	0,47	0,00	4,49	4,49	100	14,18
T4	7,4	100	0,77	1,42	1,81	3,23	0,00	0,52	0,00	4,78	4,78	100	25,14

*Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da EMPRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA. *T1–solo, T2-húmus de minhoca+solo+areia, T3–Composto orgânico+solo+areia, T4- esterco bovino+solo+areia.

Tabela 3. Características físicas do solo (Latosolo amarelo do campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia).

Frações granulométricas (g/Kg)						Silte	Argila	Floculação (%)	Textura
AMG	AG	AM	AF	AMF	AT				
26	238	325	185	26	800	13	188	7	média arenosa

*Análise realizada pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Departamento de Ciência do solo.

Cultivo, Colheita e Coleta de dados do experimento

Durante o período experimental as irrigações foram realizadas diariamente ou conforme a necessidade da cultura. Foram feitas durante o período de crescimento, avaliações da altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DC) e medidas de clorofila a, b e clorofila total, com o auxílio do aparelho eletrônico de medição de clorofila (ClorofiLOG).

Figura 2. **a** – Medidas de clorofila a, b e clorofila total, com o aparelho Clorofilog, **b** - Medidas de diâmetro, com auxílio do paquímetro eletrônico **c** - medidas de altura utilizando régua graduada, **d** – visão geral do experimento



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

A colheita ocorreu no mês de maio de 2013, aos 52 dias após o plantio entre 8 e 10 horas da manhã. As plantas foram cortadas a um centímetro do solo e foram determinadas a produção de biomassa da parte aérea, da raiz e o comprimento de raiz. A biomassa da parte aérea foi determinada pela pesagem

do material vegetal colhido, acondicionado em sacos de papel, de peso conhecido e pesados em balança analítica de precisão. A biomassa das raízes foi determinada pela recuperação das raízes: os vasos foram virados sobre peneira plástica, e o conteúdo foi lavado cuidadosamente com água corrente, para separar as raízes do solo. As raízes foram colocadas sobre papel toalha para remover o excesso de água, acondicionadas em sacos de papel de peso conhecido, e pesados em balança analítica de precisão. O comprimento das raízes foi avaliado com o auxílio de uma regra graduada. Na determinação da biomassa seca, o material vegetal foi colocado em estufa com circulação forçada de ar a 40°C, até atingir peso de massa constante.

Após as primeiras semanas do período experimental, as plantas do tratamento (T5) com cama-de-frango, tiveram senescência acelerada, culminando com a perda deste tratamento. Esse fato pode ser inferido ao excesso de nutriente e quantidade do adubo utilizado nesse tratamento.

A espécie foi identificada pelo botânico Márcio Lacerda Lopes Martins, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB. A exsicata está incorporada no herbário do departamento de Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, com o número: 1246 (*Mentha piperita* L.).

Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de produtos naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS. O material seco foi moído em moinho elétrico de facas (MA 340) e, em seguida, 1g foi utilizada na determinação do teor de umidade, que foi feita em triplicada no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte®); as amostras foram secas à temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Amostras de 100g foram adicionadas no balão de vidro de 5 litros, contendo água destilada, em volume suficiente à cobertura total do material vegetal, iniciando o processo de hidrodestilação. Foram adotados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados aos balões de vidro, sendo estes aquecidos por mantas térmicas elétricas como demonstrado (Figura 3). O processo de extração foi conduzido durante 3 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota,

sendo verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada do aparelho de Clevenger. Adicionou-se ao óleo retirado do aparelho, o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Posteriormente, com o uso da pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi acondicionado em frasco de vidro de 2 mL, etiquetado e armazenado em congelador comercial a -5°C até a realização da análise química.

Figura 3. Aparelho Clevenger: (**a**) Manta aquecedora (**b**) Balão volumétrico; (**c**) Refrigerador do sistema; (**d**) óleo essencial sendo extraído.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

O teor do óleo essencial foi calculado (Equação 1) a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume (mL) de óleo essencial em relação a massa seca.

Equação 1: Cálculo do rendimento de óleos essenciais

$$TO = \frac{Vo}{Bm - (Bm \times U)} \times 100$$

Onde:

To = Teor de óleo

Vo= Volume de óleo extraído

Bm= Biomassa aérea vegetal

(BmxU)= Quantidade de umidade presente na biomassa

Bm-(BmxU)=Quantidade de biomassa seca

Equação 2: Cálculo do rendimento de óleos essenciais

O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca de da parte aérea, calculado em mL conforme a Equação 3 a seguir.

$$\frac{TO \times MSPA}{100} = RO$$

Em que:

Ro - rendimento de óleo essencial produzido, mL por planta xdWRQ3

To - teor de óleo essencial, mL por 100 g

MSPA - massa seca da parte aérea da planta de manjeriçao, g/ planta

Fonte: Santos et al. (2004)

Identificação dos Componentes Químicos do Óleo Essencial

A análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada por Cromatografia de Fase Gasosa acoplada ao Detector de Ionização em Chama (CG/DIC), e de Cromatografia de Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (CG/EM). Na análise por Cromatografia Gasosa foi utilizado Cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar Chrompack CP-SIL 5 (30m x 0,5mm), com espessura do filme de 0.25 µm; temperatura do injetor de 220°C e do detector de 240°C; hélio como gás de arraste (1mL/min), com programa de temperatura do forno de: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20 min). As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, coluna capilar B-5ms (30m x 0,25mm, espessura de filme 0.25 µm); temperatura do injetor 220°C, gás de arraste hélio (1mL/min); temperatura da interface de 240°C; temperatura da fonte de ionização de 240°C; energia de ionização 70 eV, corrente de ionização: 0,7kV e programa de temperatura do forno: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20min)

Produção relativa da cultura

A partir dos dados de colheita determinou-se a produção relativa de cada tratamento, tendo como referência a produção do tratamento que não recebeu adubo orgânico no seu substrato (testemunha), conforme relação a seguir:

$$PR = \frac{MFPA_{ti}}{MFPA_{test}} \times 100$$

em que:

PR - produção relativa, %

MFPA_{Ti} - massa de matéria fresca da parte aérea de um dado tratamento i, g

MFPA_{Testemunha} - massa de matéria fresca da parte aérea da testemunha (T1),g.

Delineamento Estatístico

O delineamento experimental foi em bloco inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, totalizando 50 parcelas. Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS. (SAS Intitute, 2011). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3- RESULTADO E DISCUSSÃO

As características químicas do solo e dos substratos utilizados no experimento foram analisadas, e podem ser visualizadas nas tabelas 1 e 2. De acordo com os resultados apresentados, pode-se perceber que as propriedades químicas do solo, foram modificadas pela adição dos adubos orgânicos. Houve um aumento da fertilidade dos substratos de acordo com o tipo de adubo orgânico que foi incorporado ao solo. Porém, o substrato orgânico que apresentou a maior quantidade de nutrientes como o P (300mg/dm³), K (2,56 Cmol/dm³), Ca (1,95 Cmol/dm³) e Mg (2,01 Cmol/dm³), foi o substrato com húmus de minhoca (T2). Os demais substratos com composto orgânico (T3) e esterco bovino (T4) também apresentaram características nutricionais semelhantes ao tratamento T2.

Essas características exerceram grande influência na produção das plantas de hortelã-miúdo. Observando-se a figura 4, pode-se visualizar que as plantas cultivadas com os substratos com húmus de minhoca (T2) e esterco bovino (T4) se destacaram quando comparadas com as plantas dos demais tratamentos, apresentando-se mais vigorosa e com maior desenvolvimento

vegetativo. A aplicação de húmus ao solo pode ter papel importante no estímulo da atividade microbiana. Além de disponibilizar micro e macronutrientes para as plantas, ele aumenta a eficiência de bactérias fixadoras de nitrogênio (Soares et al., 2004). Silva et al. (2005), afirmam que o esterco de gado aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo, e a agregação do substrato. Características estas que são necessárias ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Nota-se também que as plantas do tratamento controle (T1), apresenta-se com o desenvolvimento vegetativo inferior a todos os outros tratamentos. Esse resultado era previsto pela baixa fertilidade do solo utilizado como substrato no tratamento controle, (Latosolo amarelo distrófico) que apresentou pH ácido (5,4) e presença de alumínio na solução do solo, características essas que dificultam a absorção de nutrientes pelas raízes das plantas, (Tabela 1 e Tabela 2). Quanto ao tratamento (T5), substrato com cama-de-frango, devido provavelmente a alta dosagem de nutrientes da mistura do substrato, as plantas tiveram senescência acelerada, culminando com a perda deste tratamento.

Figura 4. Plantas de hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.) submetidas aos tratamentos: T1) controle, T2) substrato com húmus de minhoca, T3) substrato com composto orgânico, T4) substrato com esterco bovino, T5) substrato com cama-de-frango.



Fonte: AMORIM, E. L., (2013).

O teste F demonstrou que houve efeito significativo entre os fatores avaliados, ao nível de 1% e 5% de probabilidade. (Tabela 5).

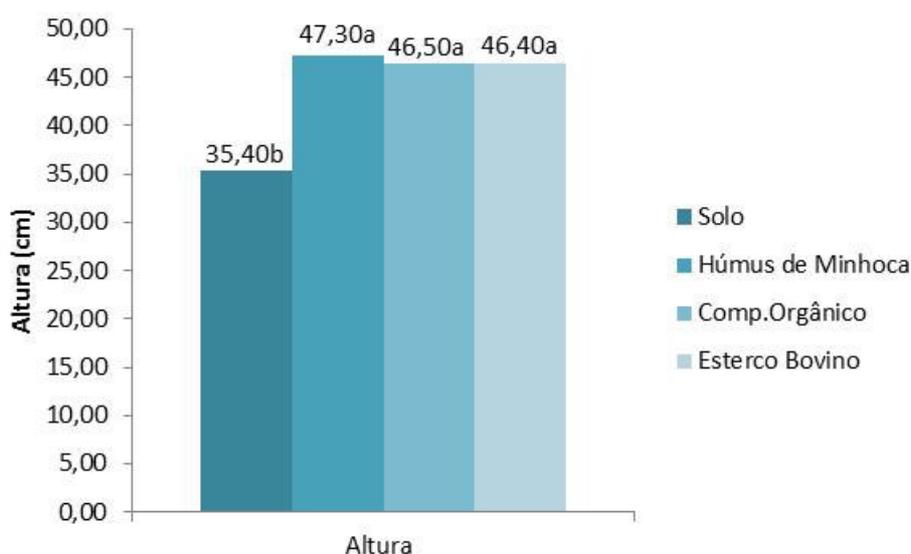
Tabela 5. Resultados da análise de variância para as variáveis de produção do hortelã-miúdo.

FV	GL	QM									
		Altura	Diam.	Clor a	Clorb	ClorT	MFPA	MSPA	MFRA	MSRA	CR
Bloco	9	31.56	1.23	3.37	0.85	6.70	429.85	11.80	658.87	44.41	55.21
Trat.	3	322.73**	1.95ns	3.25ns	1.51*	8.36ns	19096.98**	507.65**	28570.50**	440.23*	111.46ns
Erro	27	27.23	0.83	3.12	0.39	4.90	330.85	13.51	1552.75	61.01	100.26
Total	39										
CV%		11.88	22.24	7.41	8.78	7.15	21.20	22.05	32,61	38.69	22.60
M.Geral		43.90	4.11	23.83	7.09	38.92	85.77	16.67	120.84	20.18	44.30

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A altura das plantas de hortelã-miúdo, não apresentou diferenças entre os tratamentos (T2, T3 e T4), substratos com húmus de minhoca, composto orgânico e esterco bovino, respectivamente, só se diferenciando do tratamento (T1), controle, que apresentou o menor tamanho de planta, (Figura 5).

Figura 5. Médias da altura das plantas de hortelã-miúdo submetidas a diferentes tipos de substratos.



Santos et al. (2009), utilizaram o esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.) verificando que as maiores

concentrações de esterco bovino proporcionaram efeito crescente na altura de planta, alcançando tamanho de até 45 cm em 120 dias de cultivo.

Maracajá et al. (2006), estudando o crescimento das plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos, verificaram que a altura de plantas de hortelã não mostrou diferença em nenhum dos fatores avaliados.

Os diferentes substratos não alteraram significativamente ($p>0,05$) o diâmetro do caule das plantas de hortelã-miúdo. As médias dos diâmetros obtidas nos diferentes tratamentos variaram de 3,48 mm a 4,45 mm, com um coeficiente de variação (CV) de 22,24% . (Tabela 6).

Os teores de clorofila a e clorofila total das plantas de hortelã-miúdo, também não foram influenciados pelas diferentes fontes de substrato utilizado no seu cultivo. Só apresentando diferenças no teor de clorofila b. A maior quantidade de clorofila b, foi encontrada nas plantas do tratamento (T1) controle, onde não houve adição de adubo orgânico na composição do substrato. (Tabela 5). Ferreira et al. (2012) fizeram estudo do acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica e verificaram que as adubações orgânicas com esterco bovino curtido não influenciaram nos teores de clorofila em plantas de hortelã-verde. Esses resultados são diferentes dos encontrados por Costa et al. (2008), que usaram diferentes tipos e doses de adubação orgânica no cultivo de *Ocimum selloi* Benth, verificando que os teores de clorofila a, b e total aumentaram linearmente com as doses de esterco avícola, enquanto que, com o esterco bovino, apresentou um pico de 1,57mg g⁻¹ no teor de clorofila total com a dose de 9,3kg m² de adubo. Os autores confirmam que há um aumento na eficiência fotossintética em condições nutricionais favoráveis.

Tabela 5. Médias de diâmetro do caule, clorofila a, b e clorofila total, das plantas de hortelã- miúdo cultivado em diferentes substratos.

Trat.	Diam.	Clor a	Clor b	Clor T
T1- solo	3.48a	24.27a	7.58^a	31.85a
T2- Húmus	4.38a	24.29a	7.22ab	31.52a
T3- C.orgânico	4.16a	23.10a	6.82ab	29,92a
T4- E. bovino	4.45a	23.64a	6.74b	30.38a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quanto à biomassa fresca e seca do sistema radicular das plantas de hortelã-miúdo, foi observado que os substratos que continham húmus de minhoca (T2), composto orgânico (T3) e esterco bovino (T4), proporcionaram maior acúmulo de biomassa fresca e seca, não se diferenciando entre si, apresentando diferenças apenas no tratamento controle (T1). Esses resultados são diferentes dos encontrados por Sales et al. (2009), que utilizaram 5 doses de esterco de curral (0, 3, 6, 9 e 12 kg m²), no cultivo de hortelã-do-campo (*hyptis marruboides* epl.), verificaram que houve acúmulo de massa da raiz, com o aumento das doses do esterco de curral.

O comprimento das raízes não diferiu com o uso dos diferentes substratos. Apesar de não haver diferenças estatísticas entre os tratamentos, pode-se observar que o tratamento (T1) controle, apresentou o maior tamanho de raiz, alcançado 47,30 cm. (Tabela 6). Segundo Rosal et al. (2005), esse fato pode estar relacionado com um mecanismo de sobrevivência desenvolvido pelas plantas, com maior investimento no sistema radicular, tendo em vista a maior exploração do solo diante dos baixos níveis de nutrientes no ambiente de cultivo. De acordo com Lima et al. (2006), a aeração do substrato é um dos mais importantes fatores envolvidos no crescimento radicular. O fato do solo (Latosolo amarelo distrófico) utilizado no experimento, ser classificado como de textura média arenosa (Tabela 4), que segundo Medeiros et al. (2006) apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila, normalmente apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade, características estas, que podem ter contribuído para o crescimento das raízes nesse tratamento.

Tabela 6. Médias de massa seca, fresca e comprimento das raízes das plantas de hortelã- miúdo, cultivadas em diferentes substratos.

TRATAMENTOS	MFRA	MSRA	CR
T1- solo	44.16b	10.41b	47.30a
T2- Húmus	129,48a	22.16a	46.10a
T3- Composto orgânico	142.59a	22.96a	44.10a
T4- Esterco bovino	167.14a	25.18a	39.70a
CV%	32,61	38.69	22.60
M.Geral	120.84	20.18	44.30

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A produção de biomassa fresca da parte aérea foi significativamente superior no tratamento onde as plantas foram cultivadas no substrato com esterco bovino (T4), com uma média de 130,28 g/pl. (Figura 6).

O tratamento (T1) controle, onde não se utilizou nenhum tipo de adubo orgânico, apresentou a menor média (27,45 g/pl.) de biomassa fresca entre os tratamentos (Figura 6). Esse resultado sugere que o uso de substratos com adição de adubos orgânicos, interfere positivamente na produção de biomassa fresca das plantas de hortelã-miúdo. Em trabalho semelhante, Sousa et al. (2003) avaliaram a produtividade de erva cidreira com diferentes tipos de adubação (esterco bovino, húmus, composto orgânico e NPK), em casa de vegetação, constatando que a dose 20% de esterco bovino se destacou como a melhor, com aproximadamente 27 gramas de peso fresco, seguida respectivamente pelas doses 15%, 10%, 0% e 5%. A pior dose obtida para a matéria fresca foi a de 5%, inferior a 15 gramas. O húmus, o composto e o NPK não apresentaram diferença significativa.

Ferreira et al. (2012) cultivaram hortelã-verde sobre diferentes níveis de esterco bovino. Os autores verificaram que, de acordo com o acréscimo dos níveis de adubação orgânica, obteve-se aumento de produção de massa fresca de folhas, sendo o ponto de máxima eficiência da adubação aos 16,3 kg m², e logo após isso, teve redução dessa característica. O mesmo comportamento foi observado para massa fresca total de parte aérea, com ponto de máxima na dose 19,43 kg m².

Além do benefício como fonte de nutrientes, o uso de dejetos animais aumenta os teores de matéria orgânica e melhora a estrutura do solo aumentando a capacidade de retenção de umidade, infiltração da água da chuva, atividade microbiana e capacidade de troca de cátions, solubilizando ou complexando alguns metais tóxicos ou essenciais às plantas, como ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu) e cobalto (Co), (BASSO et al., 2008).

Figura 6. Médias de biomassa (g/pl) fresca da parte aérea das plantas de hortelã-miúdo, submetidas a diferentes tipos de substratos.



Quanto à biomassa seca da parte aérea, pode-se verificar que a composição do substrato onde se utilizou o esterco bovino (T4), também proporcionou maior rendimento de biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-miúdo, chegando a (25,18 g/pl). Os tratamentos (T2 e T3), substrato com húmus de minhoca e composto orgânico, respectivamente, não apresentaram diferenças entre si. O tratamento controle (T1), obteve o menor valor de biomassa seca, com uma média de 10,41 g/pl, (Figura 7).

Figura 7. Médias de biomassa (g/pl) seca da parte aérea das plantas de hortelã miúdo, submetidas a diferentes tipos de substratos.



Chagas et al. (2011) produziram hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura, e verificaram que as diferentes doses de

esterco bovino curtido aplicadas no plantio influenciaram a produção de biomassa seca da parte aérea (BSPA) na primeira etapa (primeira colheita) do experimento. Foi observada resposta linear crescente da biomassa seca da parte aérea em função das diferentes doses de adubação de plantio aplicadas. Para cada 1,0 kg m² de adubo aplicado na parcela, houve um aumento de cerca de 33,74g na biomassa seca da parte aérea das plantas de hortelã-japonesa.

Sales et al. (2009) cultivaram hortelã-do-campo (*Hyptis marrubioides* EPL.) sob cinco doses de esterco de curral. Observaram acúmulo de massa seca na planta até o ponto máximo estimado de 48,07 g, na dose 11,47 kg m² de adubo orgânico. A partir desse ponto, ocorreu uma redução da massa da folha.

A matéria orgânica, presente em maior proporção no esterco bovino, modifica positivamente as características físicas do solo, promovendo agregação de partículas elementares, aumentando a estabilidade estrutural, a permeabilidade hídrica e reduzindo a evaporação (CAVALCANTI, 2008). De acordo com Firmino e Kampf (2003), a utilização de substratos orgânicos com características adequadas à espécie plantada possibilita a redução do tempo de cultivo e do consumo de insumos, como fertilizantes químicos, defensivos e mão-de-obra.

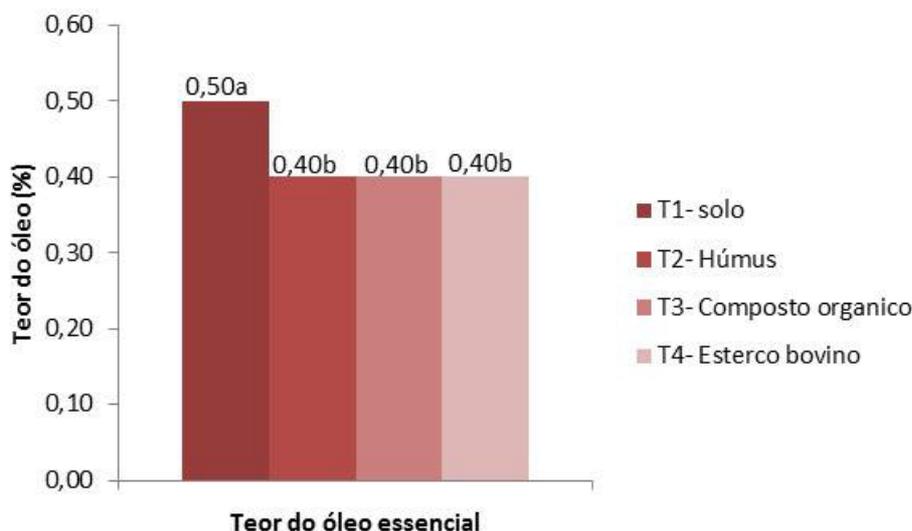
Teor e rendimento do óleo essencial

O teor de óleo essencial não diferiu com a utilização de diferentes substratos orgânicos no cultivo das plantas de hortelã-miúdo. Só apresentando diferenças em relação ao tratamento (T1) controle, sem adição de adubo no substrato, que apresentou o maior teor de óleo entre os tratamentos. (Tabela 8). O tratamento controle apresentou qualidade nutricional inferior aos demais tratamentos, (Tabela 1 e tabela 2) o que pode ter causado um estresse nutricional nas plantas de hortelã-miúdo fazendo com que a rota biosintética se desviasse do metabolismo primário para o metabolismo secundário, resultando numa produção maior do óleo essencial.

Resultados semelhantes foram encontrados por Chagas et al. (2011), na produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica, no plantio e em cobertura, onde não foram observadas diferenças significativas para os teores percentuais do óleo essencial de plantas de *Mentha arvensis* L., em resposta aos

diferentes níveis de adubação de plantio na primeira colheita, e o mesmo resultado foi verificado na segunda colheita.

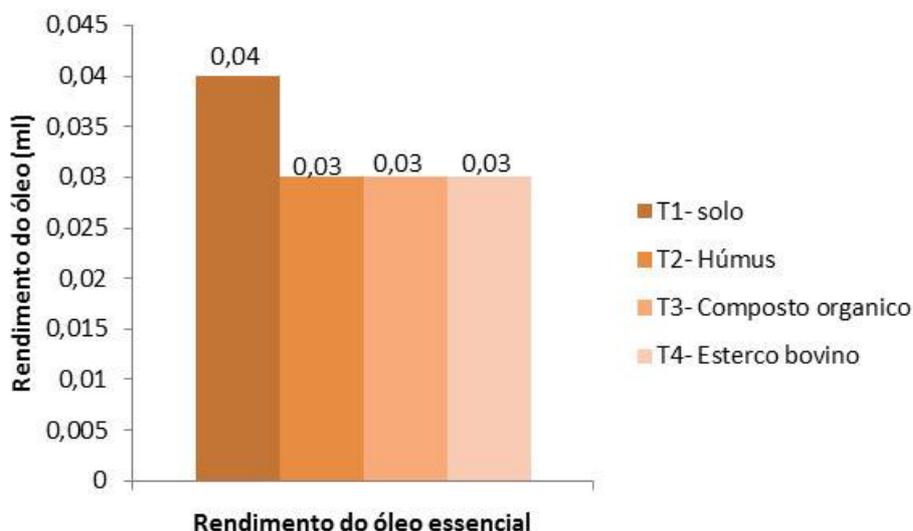
Figura 8. Teor de óleo essencial extraído em 100g de massa seca da parte aérea do hortelã-miúdo, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos



O rendimento do óleo essencial das plantas de hortelã-miúdo obteve resultados semelhantes ao teor do óleo. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos que receberam adubos orgânicos, substrato com húmus de minhoca (T2), substrato com composto orgânico (T3) e substrato com esterco bovino (T4), só se diferenciando do tratamento controle (T1), que apresentou o maior rendimento de óleo, com média de 0,40 ml/pl, (Figura 9).

Costa et al.(2008), em estudo com tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth, verificaram que o rendimento de óleo essencial extraído da biomassa seca foliar aumentou com as doses de adubo, atingindo o valor máximo de 0,23g planta⁻¹ com 8,1kg m² de esterco bovino e 0,31g planta⁻¹ com 4,0kg m⁻² de esterco avícola, confirmando que pode haver incremento no rendimento de óleo essencial por planta com o aumento dos níveis de nutrientes disponíveis no solo.

Figura 9. Rendimento de óleo essencial da massa seca da parte aérea do hortelã-miúdo, submetidas a diferentes fontes de substratos orgânicos



Santos et al. (2009) observaram efeito crescente do rendimento de óleo essencial em função das doses de esterco bovino, nas maiores concentrações, no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.). De acordo com os autores, a aplicação de 15 t ha⁻¹ por ano de esterco bovino induziu o aumento do rendimento total de biomassa em 10,7%, e o rendimento total de óleo essencial em 10,3% em relação à testemunha. Este fato pode estar relacionado à quantidade de nitrogênio presente no esterco, sendo este nutriente o responsável pelo crescimento vegetativo das plantas.

Composição química do óleo essencial

O óleo essencial extraído de toda a parte aérea da planta de hortelã-miúdo foi submetido à análise química e, assim, determinados os seus constituintes. Foram identificados 26 compostos do óleo essencial das plantas de hortelã-miúdo, cultivadas em diferentes substratos, (Tabela 7).

Tabela 7. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea das plantas de hortelã-miúdo.

Composto	IK _{lit}	IK _{calc}	TRATAMENTOS			
			T1	T2	T3	T4
α-pineno	939	936	1,00	2,61	1,53	1,18
Sabineno	975	975	1,15	0,75	0,63	0,97
β-pineno	979	978	1,45	2,98	1,90	1,40
β-mirceno	990	989	0,90	1,65	1,27	1,08
3-octanol	991	993	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de (2E)-hexenila	1013	1014	0,00	0,00	0,00	0,00
Limoneno	1029	1029	0,86	2,18	1,44	1,24
1,8-cineol	1031	1031	0,00	0,00	0,00	0,00
β-ocimeno	1037	1037	0,00	0,76	0,00	0,62
Nonanal	1100	1101	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de octen-3-ila	1112	1110	2,40	2,24	2,06	1,93
acetato de 3-octila	1123	1122	0,00	0,00	0,00	0,00
isovalerato de (3Z)-hexenila	1235	1235	0,90	0,77	0,91	0,86
isovalerato de hexila	1244	1241	0,00	0,00	0,00	0,00
Carvacrol	1299	1305	6,86	1,82	1,51	1,51
óxido de piperitenona	1368	1368	25,78	18,90	22,38	42,92
cinamato de metila	1378	1383	1,34	7,74	1,00	0,79
β-bourboneno	1388	1384	0,63	0,97	1,03	0,73
β-elemenol	1390	1390	0,00	1,20	1,27	0,69
α-γυρφυνενο	1409	1408	1,27	1,98	2,17	1,26
E-cariofileno	1419	1419	4,56	6,28	7,18	3,76
(E)-β-farneseno	1456	1456	0,73	0,95	1,08	0,82
cis-muurola-4(14),5-dieno	1466	1463	3,69	5,06	5,75	3,30
Germacreno D	1485	1482	18,46	20,76	24,61	14,42
g-cadineno	1513	1512	0,82	1,06	1,18	0,68
trans-calameneno	1522	1522	3,94	4,98	5,75	2,98
α-cadineno	1538	1537	0,90	1,08	1,07	1,32
germacreno D-4-ol	1575	1575	1,73	0,91	1,27	1,21
Espatulenol	1578	1577		0,00	0,00	0,00
óxido de Cariofileno	1583	1582	0,98	1,04	1,08	0,49
Cubenol	1619	1614	2,93	2,40	2,93	2,06
α- a-cadinol	1654	1655	3,64	3,02	3,30	2,88
Total identificados			85,83	88,49	89,46	87,44

*KI = índice de Kovalt calculado; *KI_{lit} = índice de Kovats da literatura

As relações entre os compostos de maior predominância no óleo essencial e os tipos de substratos utilizados no cultivo do hortelã-miúdo não foram significativas, com exceção do composto químico carvacrol, que apresentou significância para o tratamento (T1), (Tabela 8). Esse resultado pode ter relação com o teor e rendimento do óleo, que também foram superiores no tratamento controle. Possivelmente esse tratamento estaria passando por um processo de estresse nutricional, já que o solo desse tratamento não foi enriquecido com nenhum tipo de adubo. O estresse nutricional pode ter desviado a rota biosintética de primária para secundária, fazendo com que as plantas nesse tratamento

produziram um maior teor e rendimento de óleo, refletindo numa maior quantidade do composto químico Carvacrol.

Tabela 8. Resultado da análise de variância aplicado aos compostos químicos predominantes no óleo essencial do Hortelã-miúdo.

Variável	CV%	Pr>F _c
Oxido de piperitenona (%)	49,8	0.1848ns
Carvacrol (%)	57,72	0.0046*
E-Cariofileno (%)	28,78	0.0744ns
Germacreno D (%)	29,03	0.1957ns

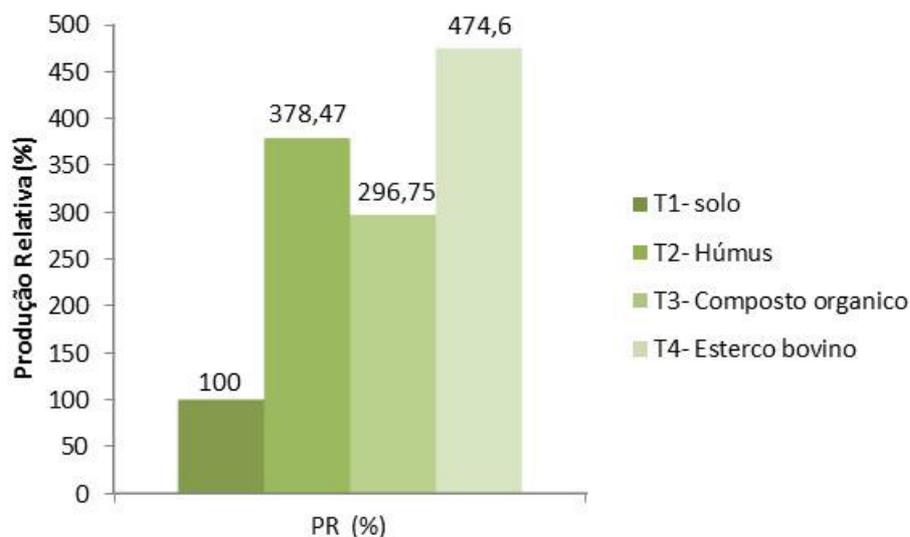
C.V. = coeficiente de variação; Pr>F_c = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo

Produção relativa da biomassa fresca da parte aérea

Na Figura 11 apresenta-se a produção relativa da biomassa fresca da parte aérea do hortelã-miúdo, submetido a diferentes substratos orgânicos. O tratamento (T4), substrato que continha esterco bovino na sua formulação, proporcionou uma produção de 474,6% a mais que o tratamento controle (T1), sem adição de adubo.

Todos os tratamentos onde se utilizou substrato com adição de adubo orgânico, apresentaram produção superior ao tratamento controle. Os tratamentos (T2 e T3) tiveram uma produção relativa de 378,47% e 296,75% a mais que o tratamento controle (T1). De acordo com Motta e Serrat (2006), o efeito dos adubos orgânicos podem estar associado à presença de outros nutrientes além do N, P e K, o que pode ter influenciado na resposta positiva da adubação orgânica neste estudo. A composição química dos substratos, antes e após a colheita (Tabela 2 e Tabela 3), mostram pH próximo a (7,0), o que facilita a absorção dos nutrientes pelas raízes, contribuindo para o desenvolvimento das plantas.

Figura 11. Produção relativa do hortelã miúdo em função dos diferentes substratos.



De acordo com Wendling; Gatto, 2002; Caldeira et al. (2011b), a matéria orgânica permite o desenvolvimento de microrganismos benéficos, aumentando a disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo da produção das mudas, aumentando ainda o pH e a capacidade de troca catiônica. Porém, essas alterações dependem da quantidade e da qualidade do produto utilizado. Trigueiro e Guerrini (2003), destacam que a matéria orgânica, além de propiciar o aumento na capacidade de retenção de água e nutrientes do substrato, propicia ainda a redução na densidade aparente e aumento da porosidade do meio. Características estas que proporcionam uma maior absorção de nutrientes pelas raízes, o que reflete numa maior quantidade de biomassa seca da planta, e conseqüente produção e rendimento do óleo essencial em plantas medicinais.

4. CONCLUSÕES

O substrato orgânico com esterco bovino (T4), foi o mais eficiente na produção de biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca e seca das raízes

O teor e o rendimento do óleo essencial teve comportamento semelhante, apresentando os melhores resultados para o tratamento controle (T1), sem adição do adubo orgânico.

Foram identificados 26 compostos químicos do óleo essencial das plantas de hortelã-miúdo, sendo os principais: o óxido de piperitenona, o germacreno D,

o carvacrol e o e-cariofileno. Dentre os compostos identificados, o componente majoritário foi o óxido de piperitenona.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, I. and BEG, A. Z. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian plants against multi-drug resistant human pathogens, **J. of Ethnopharmacol.** 74: 113-123. 2001.

BASSO, S. M. S.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.221-227, 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. (Ed) **Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil**. Visconde do Rio Branco: Suprema, . v.1, p.142-160. 2011b

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2a aproximação**. Recife: IPA, 212 p. 2008.

CHAGAS, J. H; et al. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira** 29: 412-417. 2011.

CHAGAS, J. H. et al. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira** vol.31 no.2 Vitória da Conquista, p. 412-417, abr/jun. 2013.

COSTA, L. C. do B. et al. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.8, nov/2008.

DAVID, E. F. S; BOARD, C. S. F; MARQUES, M. O. M. Rendimento e composição do óleo essencial de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva em diferentes níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n. 4, p.183-188, 2006.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (CLOROFILOG/CFL 1030)**. Porto Alegre: 33p. 2008.

FERMINO, M. H.; KAMPF, A. N. Uso do solo bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.9, n.1-2, p.33-41, jul/ 2003.

FERREIRA, T. A. et al. Acumulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Verde**. Mossoró – RN, v. 7, n. 5, p. 41-45, dez/2012 (Edição Especial).

GARLET, T. M. B. **Produtividade do óleo essencial de espécie de *Mentha L.* (Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio**. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GRISI, M. C. M. et al. Avaliação de genótipos de Menta (*Mentha spp*) nas condições do Distrito Federal, Brasil. **Rev. Bras. de Plantas Medicinais**, ed, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 33-39. 2006.

LIMA, R. de L. S. de et al. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.474-479, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa, **Instituto Plantarum**, 492.p 2008.

MCKAY, D. L. and BUMBERG, J. B. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita L.*). **Phytother Res**. 20:619-33. 2006.

MARACAJÁ, P. B. et al. Crescimento de plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos. **Revista Verde** (Mossoró- RN- Brasil) v.1, n.2, p. 10-15 jul/dez de 2006.

MEDEIROS, J. C. et al. Sistemas de Produção: **Cultivo de algodão irrigado**. - , Embrapa Algodão. 3 - 2a. edição. ISSN 1678. Set/2006

MONTEIRO, R. **Desenvolvimento de menta e produção de óleo essencial sob diferentes condições de manejo**. 81f. Dissertacao (Mestrado em Agronomia) Ciências Agrárias, Universidade Federal do Parana. Curitiba, 2009.

MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M. **Princípios de adubação**. In: LIMA, M. R, de et al. (Ed.). **Diagnóstico e recomendação de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 143-190.

PAIVA, E. P. de et al. Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 62-64 67, out./dez., 2011.

SALES, J. F. et al. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*hyptis marruboides* epl.) cultivado sob adubação orgânica. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 60-68, Jan./Fev. 2009

SANTOS, M. F. et al. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinallis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, p.355-9, 2009.

SARTORATTO, A. et al. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Braz. J. Microbiol.** 35: 273- 280. 2004

SOARES, J. P. et al. Caracterização de amostras comerciais de vermicompostos de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na adsorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). **Química Nova**, v.27(1), p. 5-9, 2004.

SOUSA, A. H. de. et al. Produção de biomassa na parte aérea da erva cidreira (*Melissa ssp.*) em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Volume 3 – Nº 2. 2003.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p150-162, 2003.

WATANABE, E. et al. Avaliação do nível de contaminação microbiana da água de equipo odontológico pelo método Petrifilm™. **Rev. Biociência.**, v. 12, n. 1-2, p. 68-75, 2006.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção de mudas de espécies lenhosas. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2006. (Embrapa Florestas Documentos, 130).

WENDLING, I.;; GATTO, A. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2002.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de plantas medicinais no Brasil vem crescendo continuamente devido à demanda das indústrias farmacêuticas e de cosméticos. Conhecer os fatores que influenciam a produção destas espécies, o rendimento e qualidade dos seus óleos essenciais tornou-se uma necessidade cada vez mais exigida aos produtores pelo mercado consumidor. Neste contexto, a adubação orgânica é um dos aspectos agronômicos que podem representar a viabilidade econômica do cultivo, tanto na produção de biomassa, quanto na qualidade e rendimento dos princípios ativos extraídos destas plantas.

A influência da adubação orgânica no rendimento e composição química dos óleos essenciais tem sido demonstrada em diversos estudos com plantas medicinais. Por ser um insumo encontrado mais facilmente nas propriedades rurais, os adubos orgânicos constituem uma alternativa viável para a produção sustentável de plantas medicinais, principalmente para os pequenos produtores. Neste trabalho foram avaliadas três espécies de plantas medicinais, a hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng), o manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e o hortelã-miúdo (*Mentha piperita* L.), cultivados com diferentes substratos orgânicos.

Muitas vezes, os custos dos insumos tornam a produção de uma espécie economicamente inviável. Fornecer alternativas econômicas ao produtor, que permitam o cultivo dessas espécies, potencializando a sua produção e possibilitando incremento no rendimento do óleo essencial com baixo custo é de grande relevância. Assim, este trabalho visa contribuir com informações sobre a melhor forma de utilização de adubos orgânicos como: esterco bovino, cama de frango, húmus de minhoca e composto orgânico, que podem ser disponibilizados na propriedade.

Pode-se observar que o húmus de minhoca apresentou resultados satisfatórios para produção de biomassa fresca e seca da hortelã-da-folha-grossa, apresentando o Carvacrol como principal constituinte do seu óleo.

O substrato com húmus de minhoca e com esterco bovino apresentam resultados satisfatório na produção do manjeriço. O composto químico em maior quantidade, encontrado no óleo essencial dessa espécie, foi o E-cinamato de metila, que é muito utilizado na indústria de cosméticos.

Para o hortelã-miúdo, o substrato mais indicado para sua produção foi o enriquecido com esterco bovino, apresentando resultados satisfatórios nas quantidades de biomassa seca. O componente majoritário encontrado no óleo essencial dessa espécie foi o óxido de piperitenona.

Embora estudos mais aprofundados sejam imprescindíveis, os resultados expostos nesse trabalho, constituem uma base de dados com informações relevantes sobre a adubação orgânica destas espécies medicinais.