



**IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA**

**FONTES DE NUTRIENTES INDUZEM O CRESCIMENTO E A  
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM PLANTAS DE  
HORTELÃ PELUDA (*MENTHA SUAVEOLENS* EHRH.)**

**Lavras - MG  
2017**

**IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA**

**FONTES DE NUTRIENTES INDUZEM O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DE  
ÓLEO ESSENCIAL EM PLANTAS DE HORTELÃ PELUDA (*MENTHA  
SUAVEOLENS* EHRH.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares da UFLA, como parte das exigências, para a obtenção do título de Doutor.

Dr. Amauri Alves de Alvarenga

Orientador

Dr<sup>a</sup>. Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula

Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2017**

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

Da Silva, Iberê Martí Moreira.

Fontes de nutrientes induzem : o crescimento e a produção de  
óleo essencial em plantas de hortelã peluda (*Mentha suaveolens*  
Ehrh.) / Iberê Martí Moreira Da Silva. - 2017.

57 p. : il.

Orientador(a): Amauri Alves de Alvarenga.

Coorientador(a): Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de  
Paula.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Agroecologia. 2. óleo essencial. 3. adubação. I. de  
Alvarenga, Amauri Alves. II. de Paula, Ana Cardoso Clemente  
Filha Ferreira. III. Título.

**IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA**

**FONTES DE NUTRIENTES INDUZEM O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DE  
ÓLEO ESSENCIAL EM PLANTAS DE HORTELÃ PELUDA (*MENTHA  
SUAVEOLENS* EHRH.)**

**THE NUTRIENTS SOURCE THAT INDUCES GROWTH AND PRODUCTION OF  
ESSENTIAL OIL IN PELUDA PLANTS (*MENTHA SUAVEOLENS* EHRH.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 24 de Abril de 2017.

Dr<sup>a</sup>. Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula

Dr. Élberis Pereira Botrel

Dr. Paulo César de Melo

Dr. José Eduardo Brasil Pereira Pinto

Dr. Amauri Alves de Alvarenga

Orientador

Dr<sup>a</sup>. Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula

Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2017**

## DEDICATÓRIA

Dedico a Deus e a minha Mãe, a educadora Maria Benvinda de Moraes e meu Vô Juca (*in memoriam*).

"Quero, um dia, dizer às pessoas que nada foi em vão... Que o amor existe, que vale a pena se doar às amizades e às pessoas, que a vida é bela sim e que eu sempre dei o melhor de mim...e que valeu a pena."

Mario Quintana

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente a minha Família, que sempre esteve ao meu lado, nas horas mais felizes e também nas mais difíceis. Em especial meu pai, Valdo da Silva, pela sabedoria e simplicidade. A minha irmã Dandara pela coragem e carinho. A minha madrinha, Odezia, por ajudar tanto e de forma tão salutar nesta caminhada. Ao meu Vô Jucá pelo companheirismo e confiança.

Agradecer ao Professor Amauri e a Professora Ana Cardoso pelos ensinamentos, pela paciência e pelo companheirismo. Agradecer a todos os amigos, que estão ou passaram, pelo Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento de plantas do Setor de Fisiologia Vegetal da UFLA e que de alguma maneira contribuíram com este trabalho e com esta etapa da minha vida. E um agradecimento especial ao Raphael pela sua gentil solicitude.

Agradecer aos professores, funcionários e alunos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares pela amizade, confiança, carinho e compreensão.

Agradecer a FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos, as agências de fomento CNPq e CAPES. A empresa Korin Meio Ambiente e a CERES Tecnologia Agrícola pelo fornecimento dos produtos. Ao Horto de Plantas Mediciniais do DAG e ao Setor de Fisiologia Vegetal da UFLA, pela infraestrutura e logística disponibilizada. A Universidade Federal de Lavras por ser esse espaço salutar de aprendizagem e conhecimento. A cidade de Lavras por me acolher.

Ao nascer eu já sabia respirar e olhar. Sem temer passos e observando os outros, eu aprendi caminhar. Caminhando e mesmo conhecendo a rua, eu tive vontade de ir lá. Sem perceber que o “eu” que caminha aprendi a lutar, e lutando aprendi a vencer e perder. Nas derrotas pela extensa caminhada eu aprendi a ouvir e respeitar. Respeitando eu aprendi a estudar e me encantar. Foi no encantamento que eu aprendi que a vida é bela e cheia de mistérios e enigmas. Pois é um enigma esse dom, de Deus, que é a Imaginação. Imaginando, imaginando e imaginando eu aprendi a inventar o impossível e o escambau, e que sim é possível, que de caminho em caminho, passo à passo, a gente aprende a voar!

## RESUMO

A hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.) é uma planta herbácea perene da família Lamiacea, que produz óleo essencial (OE), que é utilizado na medicina popular e pelas indústrias. O cultivo de hortelã é uma alternativa para diversificar e aumentar a renda na Agricultura Familiar. As técnicas da Agroecologia, entre elas a adubação orgânica, são recomendadas para produção de plantas medicinais, sendo que a fonte de nutriente é importante para cultivo de hortelã. As principais fontes de nutrientes utilizadas no Brasil é o esterco bovino e avícola. Mas o Bokashi e os granulados bioclástico marinhos (GBM) podem ser utilizados no cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. Este estudo avaliou o crescimento e o rendimento de OE de plantas de hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.), submetidos a adubação com EL-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural (FOMN), que tem na sua formulação os GBM de algas calcárias *Lithothamnium*. Foram realizados experimentos, um em viveiro com sombrite e outro em casa de vegetação, conduzidos em vasos de 3 L, em substrato padrão com terra e areia (2:1), adubados com compostos orgânicos, em diferentes combinações e doses e em diferentes épocas de colheita do vegetal. Foram feitas análises de crescimento das plantas e de rendimento e teor de OE. A adubação com composto orgânico EL-Bokashi promoveu maior crescimento e acúmulo em biomassa seca nas plantas de hortelã peluda nas diferentes épocas de colheita e de forma linear com aumento das doses. As plantas adubadas com FOMN apresentaram maior rendimento de OE, nas diferentes doses e épocas de colheita. As plantas que foram cultivadas na mistura de EL-Bokashi + FOMN, apresentaram maior biomassa e maior teor de OE, mostrando uma atuação conjugada desses compostos favorável para produção de OE de hortelã peluda. A utilização de Bokashi e FOMN é uma alternativa para produção de OE em hortelã peluda.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, Bokashi, granulados bioclástico marinho, algas calcárias *Lithothamnium*, Agroecologia, planta medicinal, aromática e condimentar.

## ABSTRACT

The hairy mint (*Mentha suaveolens* Ehrh.) Is a perennial herbaceous plant of the Lamiacea family, which produces an essential oil (OE), which is used by industries and in popular medicine. Mint cultivation is an alternative to diversify and increase income in Family Agriculture. Agroecology techniques, among them organic fertilization, are recommended for the production of medicinal plants, and the nutrient source is important for growing mint. The main sources of nutrients used in Brazil are cattle and poultry manure. But Bokashi and marine bioclastic granulates (GBM) can be used in the cultivation of medicinal, aromatic and condiment plants. This study analyzed the growth and yield of OE of hairy mint plants (*Mentha suaveolens* Ehrh.), Submitted to fertilization with EL-Bokashi and Natural Mineral Organ Fertilizer (FOMN), which has the GBM of *Lithothamnium calcareous* algae in its formulation. Experiments were carried out in a nursery with sombrite and another in a greenhouse, conducted in 3 L pots, in a standard substrate with soil and sand (2: 1), fertilized with organic compounds, in different combinations and at different times of the plant. Plant growth and yield and OE content analyzes were performed. The fertilization with organic compound EL-Bokashi promoted greater growth and accumulation in dry biomass in hairy mint plants at different harvesting times and in a linear manner with increasing doses. The plants fertilized with FOMN showed higher yield of OE at the different doses and harvesting times. The plants that were cultivated in the EL-Bokashi + FOMN blend presented higher biomass and higher OE content, showing a favorable performance of these compounds for the production of hairy mint OE. The use of Bokashi and FOMN is an alternative for producing OE in hairy mint.

**Key words:** Organic fertilization, Bokashi, marine bioclastic granulates, *Lithothamnium calcareous* algae, Agroecology, medicinal plant, aromatic and seasoning.



## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

Figura 1 – Plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh., adubadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural, aos 35 DAT (A) e aos 80 DAT (B), cultivadas em viveiro com sombrite.....40

### ARTIGO 2

Figura 1 – Plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh., adubadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural, aos 40 DAT (A) e aos 80 DAT (B), cultivadas em casa de vegetação.....53

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1 - Dados climatológicos mensais da cidade de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de Outubro de 2014 a Abril de 2015.....35

Tabela 2 - Produção de matéria seca das folhas, caule, raiz, parte aérea e o rendimento e o teor (%) de óleo essencial, área foliar específica e razão raiz/parte aérea, aos 65 DAT e aos 120 DAT, em gramas (g) de *Mentha suaveolens* Ehrh. em diferentes compostos orgânicos.....38

### ARTIGO 2

Tabela 1 - Dados climatológicos mensais da cidade de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de Julho a Dezembro de 2015.....48

TABELA 2 - Altura, brotações, diâmetro de colo, matéria seca das folhas, raiz, parte aérea total, área foliar, razão raiz parte aérea e teor médio de óleo essencial, aos 80 DAT, em plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh. cultivadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural..... 51

## LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Adubação Convencional
CS	Ceres Simples
CV	Coefficiente de Variação
DAT	Dias após transplântio
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EL	Embiotic Line
ESAL	Escola Superior de Agricultura de Lavras
FOMN	Formulado Orgânico Mineral Natural
GBM	Granulados Bioclásticos Marinhos
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
MO	Matéria orgânica
MSPA	Matéria seca da parte aérea
MSR	Matéria seca da raiz
OE	Óleo essencial
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
quant.	quantidade
SB	Soma das Bases

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
°	Grau
'	Minuto
''	Segundo
° C	Grau Celsius
Al	Alumínio
Ca	Cálcio
CaCO	Carbonato de cálcio
cm	Centímetro
cmolc	centimol de carga
dm	decímetro
Fe	Ferro
g	gramas
h	horas
H	Hidrogênio
ha	hectare
L	litros
K	Potássio
Kg	Quilo
N	Nitrogênio
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de Sódio
m	Metro
Mg	Magnésio
mg	miligrama
MgCO <sub>3</sub>	Carbonato de Magnésio
P	Fosforo
pH	Ponte hidrogeniônico
t	Tonelada
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE.....</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>OS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E O ÓLEO ESSENCIAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b><i>MENTHA SUAVEOLENS</i> .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>AS PLANTAS MEDICINAIS E DESAFIOS DA AGRICULTURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>AGROECOLOGIA E A PRODUÇÃO ORGÂNICA DE PLANTAS MEDICINAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE PLANTAS MEDICINAIS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>FONTES DE NUTRIENTES: BOKASHI E FOMN.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....</b>	<b>31</b>
	<b>ARTIGO 1 – FONTES DE NUTRIENTES AFETAM NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ PELUDA.....</b>	<b>32</b>
	<b>ARTIGO 2 - ADUBAÇÃO COM BOKASHI E COM GRANULADO BIOCLÁSTICO MARINHO AFETAM O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ PELUDA .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A hortelã é uma planta perene herbácea da família Lamiaceae, que produz óleo essencial (OE), cujo componente majoritário é o mentol, que é utilizado pelas indústrias químicas, farmacêuticas, cosméticas e alimentícias, e que apresenta um elevado valor de mercado, movimentando mais de U\$\$ 400 milhões por ano na década de 2000. Como exemplo, o mercado mundial de *M. canadensis* é maior que 15 mil toneladas por ano, e a *M. piperita* L. é maior que 3500 toneladas por ano (SUTOUR et al., 2008). Somente no ano de 2004, a União Europeia importou cerca de U\$\$ 55 milhões em OE de *M. piperita* L. (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

A hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.) é utilizada na culinária como condimento e na medicina popular como antisséptico, tônico, estimulante, analgésico, antiespasmódico, anti-inflamatório, sedativo, hipotensivo e inseticida (SUTOUR et al., 2008) e (PIETRELLA et al. 2011). Estudos demonstram em plantas de hortelã peluda presença no OE de óxido de piperitenona, um monoterpene com ação antibacteriana e antifúngica (DERWICH et al. 2010; STRINGARO et al. 2014).

O Brasil já foi o maior produtor mundial de OE de hortelã. No entanto, nas últimas décadas a indústria importa o OE de hortelã, provocando um déficit na balança comercial. Um dos motivos da diminuição na área cultivada de hortelã no Brasil diminuiu devido à utilização de técnicas inadequadas de cultivo e manejo, que degradaram os solos onde era cultivada as espécies do gênero *Mentha* sp., além da falta de políticas públicas e de parcerias com a iniciativa privada, universidades e produtores rurais, principalmente os Agricultores Familiares.

O cultivo da hortelã pode aumentar e diversificar a renda dos produtores rurais, em especial dos Agricultores Familiares, sendo, no entanto necessário, desenvolver técnicas e tecnologias sustentáveis e de baixo custo, adaptadas as condições e características de cada região. Nesse contexto a Agroecologia é uma alternativa para cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. As pesquisas indicam que o cultivo orgânico mantém as características físicas, químicas, biológicas dos solos ao longo do tempo.

Os principais adubos orgânicos utilizados na Agroecologia brasileira são o esterco bovino e avícola, pela sua abundância e disponibilidade. No entanto é necessário realizar pesquisas com alternativas de compostos para adubação, avaliando a produção de matéria seca e OE em plantas medicinais, no caso específico em hortelã peluda.

O Bokashi é um composto orgânico, produzido com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micronutrientes. As fontes de matéria orgânica que compõe o Bokashi são submetidas à ação de aceleradores de compostagem, que contém os microrganismos eficientes (EM). Existem relatos na literatura, nas quais mostram que a matéria orgânica quando induzida a decomposição via fermentação com EM, que provavelmente melhoram a qualidade do composto orgânico, favorecendo a disponibilidade de nutrientes e promovem maior crescimento das plantas, como exemplo, o Embiotic Line-Bokashi.

Outra fonte de adubo orgânico que vem sendo estudadas são fontes de fertilizante organo mineral natural (FOMN), que contem em sua composição Granulado Bioclástico Marinho (GBM), que contem algas calcária do tipo *Lithothamnium*, que na ultima década vem sendo estudado como componente de composto, principalmente para produção de frutas. A utilização de fontes de adubo orgânico, conjugado com minerais naturais e granulado bioclásticos marinhos (algas calcárias *Lithothamnium*), estudo demonstram que sua aplicação possibilita melhor crescimento das plantas. O FOMN contém em sua formulação composto orgânico, fontes de minerais naturais e GBM.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a utilização de diferentes fontes de nutrição (Bokashi, GBM e FOMN) em diferentes dosagens e idade de colheita, no crescimento e na produção de óleo essencial de hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Os metabólitos secundários e o óleo essencial**

As plantas produzem metabólitos primários, que desempenham importante papel nas funções básicas vitais dos vegetais, como por exemplo, na divisão, crescimento celular, respiração, estocagem e reprodução (ALI et al., 2010).

As plantas também produzem metabólitos secundários, que por sua vez, são pouco abundantes, com uma frequência inferior a 1% do carbono total, ou pelo fato de sua estocagem ocorrer em órgãos ou células específicas. Os compostos secundários desempenham funções ecológicas e na adaptação das plantas ao meio ambiente, como exemplo, atuam como antibióticos, antifúngicos e antivirais para proteger as plantas de patógenos, ou agem atraindo insetos para polinização, entre outras funções (FUMAGALI et al., 2008).

A produção de metabólitos secundários é especialmente sensível a condições bióticas e abióticas (AZHAR et al., 2011). O teor de fitoquímicos em plantas é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais e sistema de produção (ARBOS et al., 2010).

De acordo com Gobo-Neto e Lopes (2007) a sazonalidade, ritmo circadiano, desenvolvimento da planta, a temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes disponíveis, altitude, poluição atmosférica, estímulos mecânicos e o ataque de patógenos são fatores que influenciam a produção de metabólitos secundários nos vegetais, tanto em quantidade quanto em qualidade.

As plantas que produzem metabólitos secundários utilizados como fitoterápicos são conhecidas como plantas medicinais, aromáticas e condimentares, devido à presença no interior da planta, inteira ou somente em uma parte, de um ou mais metabólitos secundários. Estes atribuem a cada espécie, valiosas propriedades altamente específicas. Existe uma grande quantidade de espécies de plantas medicinais e aromáticas, com diferentes características botânicas e agrônômicas (CARRUBBA; MILITELLO, 2012).

Os principais compostos secundários são classificados de acordo com sua rota biossintética, sendo as principais: os compostos fenólicos (flavonoídes e taninos), terpênicos (monoterpenos, diterpenos, tetraterpenos, politerpenos, óleos essenciais, entre outros) e os alcaloídes (FUMAGALI et al., 2008) e (ALI et al., 2010).

Cada composto secundário tem utilidades específicas de acordo com suas respectivas características fitoquímicas, dentre eles os óleos essenciais tem destaque tanto para usos populares quanto para usos na indústria. Prins, Vieira e Freitas, (2010) afirmam que a indústria de aromáticos e de fragrâncias representava, na década de 2000, um mercado que movimentava U\$\$ 18 bilhões por ano, com um crescimento médio de 10 % ao ano.

Há inúmeros conglomerados internacionais que negociam OE, pois estes possuem aplicação na perfumaria, cosmética, alimento ou são utilizados como coadjuvantes em medicamentos. O Brasil tem posição de destaque na produção de OE, assim como China, Índia e Indonésia (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Os óleos essenciais são misturas de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis, presentes em plantas medicinais e aromáticas, e que tem diversos usos populares e industriais (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). O OE encontra-se em baixas concentrações e têm diferentes locais de produção e acúmulo nos vegetais, dependendo da espécie são encontradas nas folhas, caule, casca, sementes, frutas, raízes, flores e/ou tubérculos (FIGUEIREDO et al., 2008).



Pesquisas indicaram que a taxa fotossintética, a ontogenia, o fotoperíodo, a qualidade da luz, mudanças climáticas e sazonais, a nutrição, a umidade, a salinidade, a temperatura, as estruturas de armazenamento e reguladores de crescimento são fatores que alteram quantitativamente e qualitativamente a produção de óleos essenciais (PRINS; VIEIRA; FREITAS, 2010).

May et al., (2008) classificam como fatores que mais interferem na produção de OE, a parte da planta utilizada para a extração, a idade da planta, época de colheita, condições ambientais e os sistemas de cultivos.

A produção de OE de hortelã no Brasil foi impulsionada após a Segunda Guerra Mundial, devido à interrupção do fornecimento de mentol oriundo da Ásia. Posteriormente foi desenvolvida, pelo Instituto Agrônomo de Campinas, a variedade de hortelã IAC 701, que produz maior quantidade de óleo essencial (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Como consequência, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de óleo essencial de hortelã na década de 1970, mas na década de 2000, a indústria do país chegou a importar aproximadamente US\$ 10 milhões por ano de matéria prima (SANTOS et al. 2012).

Este déficit na balança comercial acontece devido a diversos motivos, entre os quais está a falta de tecnologias de cultivo e manejo adaptadas ao Brasil, poucos incentivos governamentais e a falta de parcerias com a iniciativa privada, e serviços de extensão, assistência técnicas (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

No entanto, existem iniciativas para reverter essa situação, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, introduziu na década de 2000, 29 variedades de hortelã no País, realizando estudos de adaptação e produção em três biomas distintos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

A fonte de adubação é especialmente importante para as espécies de hortelã, que foram definidas por diversos autores como muito exigentes quanto à nutrição. No Brasil, como exemplo, um dos motivos que influenciou na área plantada de hortelã devido a problemas de fertilidade e manejo do cultivo em solo (CHAGAS et al. 2011). Em função desse manejo deficiente, verificou-se o esgotamento do solo após 4 ou 5 anos de cultivo. A prática associada a esta cultura foi abandonar a área esgotada e efetuar o plantio em uma nova região, via de regra, após a remoção de floresta nativa. Como consequência, o Brasil passou a importar mentol e o OE de hortelã bruto, este último da Índia (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Portanto é necessário utilizar e desenvolver técnicas e tecnologias, que possibilitem práticas agrícolas de cultivo e manejo sustentáveis, adequadas e de baixo custo para produção

de plantas medicinais em larga escala, no caso para produção de OE de hortelã, que possibilite o fornecimento contínuo e uniforme de matéria prima vegetal (CHAUDHARY; KAPOOR; BHATNAGAR, 2008)

## 2.2 *Mentha suaveolens*

O gênero *Mentha* é o mais importante da família Lamiaceae em função de agrupar grande número de espécies (19) e híbridos (13) que produzem OE, com elevado valor comercial (SANTOS et al., 2012). O produto movimenta mais ou menos de U\$ 400 milhões por ano na década de 2000. Como exemplo, o mercado mundial de *M. canadensis* é maior que 15 mil toneladas por ano, e a *M. piperita* L. é maior que 3500 toneladas por ano (SUTOUR et al., 2008). Somente no ano de 2004, a União Europeia importou cerca de U\$ 55 milhões em OE de *M. piperita* L. (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

O constituinte do OE de hortelã de maior demanda comercial é o monoterpeno mentol, amplamente usado nas indústrias químicas, farmacêuticas, cosméticas e alimentícias (AMARO et al. 2013) e (FERREIRA et al. 2012).

A hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.), também é conhecida popularmente como hortelã abacaxi, e é uma planta perene herbácea, e cresce em lugares úmidos na Europa Ocidental, no norte da África e em regiões temperadas da Ásia (SUTOUR et al., 2008). A hortelã peluda tem caule ereto, quadrangular e tomentosa, que cresce entre 40 cm a 60 cm de altura, e que se espalha por estolões rastejantes (GARZOLI et al., 2015). As folhas são simples, verdes e obovadas, com textura rugosa, e apresenta aroma e sabor. As flores são hermafroditas, brancas e terminais em verticilios, sendo a floração entre julho e setembro, e polinizadas por abelhas (EL-KASHOURY et al., 2013)

As folhas de hortelã peluda são utilizada na culinária como condimento e na medicina popular como antisséptico, tônico, estimulante, estomacal, analgésico, antiespasmódico, anti-inflamatório, sedativo, hipotensivo e inseticida (SUTOUR et al., 2008) e (PIETRELLA et al. 2011).

O OE pode ser extraídos das folhas ou das flores, e varia de acordo com a época de colheita, com rendimento médio, no teor de 0,20 % (GARZOLI et al., 2015). A composição do OE varia de acordo com a região de cultivo, e tem na sua constituição de pulegona, carvona, acetato, entre outros. Estudos demonstram a presença no OE de hortelã peluda de óxido de piperitenona, um monoterpeno com ação antibacteriana e antifúngica (DERWICH et al. 2010) e (STRINGARO et al. 2014).

### 2.3 As plantas medicinais e desafios da Agricultura

A busca por plantas medicinais, aromáticas e condimentares tem apresentando demanda crescente devido ao aumento da procura por fitoterápicos. Esse processo deve atender-se para um consumidor cada vez mais exigente, informado e preocupado com os cuidados com a saúde. O consumidor atento a qualidade e em busca de alimentos saudáveis, avaliando a procedência, o sistema de cultivo, a garantia de justiça social e econômica vinculada a cadeia produtiva de determinado produto (DUMONT et al., 2013).

Essa preocupação com a origem dos alimentos surge devido a problemas relacionados ao modelo de agricultura convencional, o qual é dependente de grandes fontes de recursos externos, e que utiliza grandes quantidades de fertilizantes químicos, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros. Como exemplo, em estudo realizado na década de 2000, Carvalho (2006), relata que a partir da segunda metade do Século XX a quantidade de pesticidas utilizados na agricultura aumentou em mais de 6000 toneladas ao ano, o que coloca em risco a saúde pública e provocando diferentes e negativos impactos ambientais, como a poluição da água, degradação e salinização de solos, erosão genética e redução da biodiversidade, entre outras (GABA et al., 2013).

Nesse contexto, a qualidade dos produtos colhidos, vem sendo alvo de pesquisas que relataram que alimentos produzidos pela agricultura convencional apresentam grandes quantidades de toxinas (TWARUŹEK et al., 2013) e metais pesados (Al, As, Cd e Pb) (VRČEK et al., 2014). Em uma revisão de literatura de mais de 360 artigos, de diferentes locais do mundo, envolvendo essa temática, os autores Mostafalou e Abdollahi, (2013), correlacionaram o uso de agroquímicos com as principais doenças da humanidade, como câncer, anormalidades estruturais ou funcionais no nascimento, doenças nos órgãos genitais, diabetes, Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), doenças cardiovasculares e respiratórias crônicas, entre outras.

A principal justificativa utilizada para adoção desse modelo de agricultura e o uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, é devido à necessidade de alimentar uma crescente população mundial. No entanto, BADGLEY et al., (2007), questionam esses argumentos. Esse estudo faz um contraponto, e afirma que a Agroecologia pode garantir a demanda de alimentos para população, mesmo que crescente, em quantidade e qualidade. É subestimada a capacidade da produção Agroecológica, devido às poucas pesquisas realizadas a partir da década de 1950. Outras vantagens citadas na pesquisa são de que a Agroecologia

possibilita menores custos de produção, principalmente para pequenos agricultores, e ao mesmo tempo, aumentam a renda e o emprego rural.

A agricultura mundial enfrenta complexos desafios, com dimensões globais e soluções locais, devido a fatores relacionados tanto a degradação ambiental, quanto a desigualdade econômica e riscos sociais (LEFÈVRE et al., 2013). Cabe a governos, empresas públicas e privadas, universidades, pesquisadores, organizações não governamentais e a sociedade civil (organizada), de um modo geral, no mundo inteiro a direcionar e intensificar seus esforços na busca de soluções e alternativas, por meio de práticas agrícolas mais sustentáveis (MEGALI et al., 2013) e (FERGUSON; LOVELL, 2013).

O cultivo de plantas medicinais e aromáticas pode ser uma alternativa para complementar e diversificar a renda dos produtores rurais, especialmente a Agricultura Familiar. Além disso, há um interesse crescente em plantas produzidas em sistema de cultivo Agroecológico. A produção nesse sistema devem respeitar as normas de certificação orgânica (CHALIKIOPOULOS; PAPASAVVAS, 2010), onde não é permitido o uso de produtos químicos sintéticos e agrotóxicos, que podem interferir na qualidade do vegetal (CARRUBBA; MILITELLO, 2012).

Como exemplo de política pública com esse direcionamento, foi implementado em 2009, o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), que distribui suas diretrizes em 11 eixos. O eixo cultivo/produção de plantas medicinais e o manejo sustentável, engloba a diretriz nº 13 que especifica: “*Promoção da inclusão da Agricultura Familiar nas cadeias e nos arranjos produtivos das plantas medicinais, insumos e fitoterápicos*”. Determina também que a PNPMF precisa garantir uma cadeia produtiva que ofereça plantas medicinais em quantidade e qualidade (BRASIL, 2009).

Para produção de plantas medicinais a Agroecologia surge como importante iniciativa, tanto para diversificação de espécies (policultivo) e o manejo integrado de pragas, quanto por manter a fertilidade e estrutura do solo ao longo do tempo (BORBA; HARTE-MARQUES; CITADINI-ZANETTE, 2012). Por isso, é interessante aliar as ações do PNPMF com as ações com o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) (BRASIL, 2013).

## **2.4 Agroecologia e a Produção orgânica de plantas medicinais**

A Agroecologia é definida como uma ciência interdisciplinar que alia a tecnologia ao conhecimento tradicional, e é uma forma de garantir alimentação adequada em quantidade e qualidade para as famílias, além de aumentara renda dos agricultores familiares. Agroecologia

constitui-se em um campo do conhecimento científico com abordagem sistêmica, que pretende contribuir para o desenvolvimento sustentável nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência (CAPORAL, 2009).

A Agroecologia fornece uma estrutura metodológica de trabalho para a compreensão tanto da natureza dos Agroecossistemas, como dos princípios segundo os quais eles funcionam (ALTIERI, 2004). Pela compreensão dos processos ecológicos busca-se manejar e melhorar a eficiência da produção, promovendo a sustentabilidade com a redução dos impactos ambientais e promoção da equidade econômica e justiça social.

A Agroecologia busca administrar a propriedade em escala de paisagem, adequando à integração de seus elementos e formando mosaicos dinâmicos e multifuncionais. Na busca de promover equilíbrio dinâmico de gasto energético, constitui-se numa agricultura de baixo custo, que utiliza tecnologias e técnicas sustentáveis ao longo do tempo. Existem diversas correntes dentro da Agroecologia, como a Permacultura, Agricultura Orgânica, Agricultura Biológica, Agricultura Natural, Agricultura Biodinâmica, Agricultura Selvagem, Sistemas Agroflorestais, entre outras. Como exemplo de práticas Agroecológicas tem-se a rotação de culturas, a adubação orgânica e adubação verde, o controle biológico e manejo integrado de pragas e doenças, o uso de biofertilizantes, consórcio entre espécies, sistemas agroflorestais com espécies de múltiplos usos (medicinal, frutas, castanhas, madeira, condimentos, aromáticas), entre outras (NAGUIB, 2011) e (GABA et. al., 2013).

No que tange a qualidade dos alimentos, uma revisão realizada por Huber et al., (2011), comparando a qualidade dos alimentos orgânicos, diagnosticaram várias pesquisas que demonstram que “in vitro” os orgânicos apresentam maiores atividades antioxidantes, suprime agentes mutagênicos e maior quantidade de metabólitos secundários de atividades anticancerígenas. Em estudos realizados em animais, constataram maior taxa de desenvolvimento das atividades reprodutivas e maior resiliência (capacidade fisiológica para homeostase). Em humanos, as crianças tiveram menos alergias e menor risco de eczemas (até seis anos de idade).

Em relação ao comércio, o mercado mundial de alimentos orgânicos, na década de 2000, apresentaram um volume anual de negócios de cerca de US\$ 30 bilhões. No Brasil os produtos orgânicos movimentaram US\$ 250 milhões anualmente, entretanto com aumento da procura, a demanda cresce aproximadamente 25% ao ano, especialmente de espécies frutíferas como o maracujá, manga, goiaba, mamão, banana, uva, morango e frutas cítricas, que são exportados para Europa, Estados Unidos, Canadá e Japão (JANZANTTI et al., 2012).

No ano de 2014, de acordo com a Federação Internacional de Agricultura Orgânica, Austrália, Estados Unidos da América, Argentina, China, Espanha, Itália, Alemanha, França e Canadá, antecedem o Brasil que ocupa a décima posição no número de produtores orgânicos certificados e área cultivada de orgânico.

Com objetivo de aumentar área cultivada e a quantidade de produtores Agroecológicos foi criado o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) que estabelece as diretrizes e metas como exemplo, *“a ampliação do número de agricultores e produtores envolvidos com a produção orgânica e de base agroecológica; a ampliação da utilização de crédito e outras formas de financiamento e fomento para o custeio e implantação de infraestruturas produtivas e comerciais”*, entre outras (BRASIL, 2013).

Ainda no que tange a políticas públicas, na última década foram realizadas algumas iniciativas governamentais para fortalecer e consolidar a cadeia produtiva de plantas medicinais e fitoterápicas. Em 2006 foi criada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas, e em 2009, o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas, cujo objetivo é *“garantir o acesso seguro e uso racional de plantas medicinais e fitoterápicas e contribuir com desenvolvimento de tecnologias e inovações, assim como o fortalecimento das cadeias e dos arranjos produtivos”* (STREMEL, GRANDI; STREMEL, 2016).

Incentivar o produtor rural, em especial a Agricultura Familiar, a cultivar plantas medicinais é de importância estratégica para o País, pois diversifica a produção e a renda, além de obter maior rentabilidade por unidade de área. Tanto que a PNPMF reconhece o potencial da Agricultura Familiar em produzir plantas medicinais de qualidade e em quantidade (BRASIL, 2009). Neste contexto, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica é uma oportunidade para aumentar a área cultivada de plantas medicinais, suprir a demanda interna em fitoterápicas e óleos essenciais e garantir a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais (WARMLING; MORETTI-PIRES, 2016).

A Agroecologia é importante para a agricultura brasileira, em especial para Agricultura Familiar, pois não utiliza insumos externos e agrotóxicos, e conseqüentemente diminui custos de produção. O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares diversificam a produção e apresentam maior valor agregado por unidade de área – quando comparado às consideradas “grandes culturas”. O estado do Paraná é um exemplo na produção de plantas medicinais e aromáticas e atualmente o responsável por 90% do comércio dessas plantas no Brasil, em uma cadeia produtiva que envolve diretamente mais de 1.100 Agricultores Familiares (STREMEL, GRANDI; STREMEL, 2016).

Apesar dessas iniciativas, as pesquisas relacionadas ao cultivo de plantas medicinais são recentes no país. Até a década de 2000, apenas 15% das faculdades agrícolas do Brasil possuíam esse conteúdo técnico nos programas curriculares. Com a crescente demanda das plantas medicinais, ganhando maior importância social, econômica, ambiental, e com a valorização e resgate cultural, outros setores da sociedade se organizaram promovendo iniciativas para fortalecer as diversas atividades da cadeia produtiva (MING; FERREIRA; GONÇALVES, 2012).

Como exemplo, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) criou no ano de 2013, o primeiro curso de Pós-Graduação *stricto sensu*, com mestrado e doutorado, no Brasil, em Agronomia: Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares. Essa iniciativa consolida mais de duas décadas de cursos e capacitações, pesquisas e toda infraestrutura do Horto de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura da UFLA.

É necessário fomentar as pesquisas direcionadas ao sistema de cultivo Agroecológico de plantas medicinais e aromáticas, para produção em larga escala, através de práticas agrícolas de cultivo, manejo e colheita que constituem indicativos para aumentar o rendimento dos metabólitos secundários, como os óleos essenciais, de grande interesse econômico (CHAUDHARY; KAPOOR; BHATNAGAR, 2008).

## **2.5 Adubação orgânica de plantas medicinais**

A capacidade de adaptação de uma planta em um ambiente é dependente dos nutrientes do solo de cultivo e da disponibilidade de água, sendo que, a matéria orgânica pode e deve ser conservada mediante a prática da adubação orgânica que estará funcionando como reserva de nutrientes para a planta, liberados gradativamente, além de melhorar as propriedades físicas e a biodiversidade do solo (SANGALLI et al., 2011).

A adubação orgânica visa melhorar as qualidades físicas, químicas e microbiológicas do solo (FERREIRA et al. 2012), por meio da manutenção da umidade, da fertilidade e da estrutura física do solo, favorecendo o controle microbiológico e a dinâmica de nutrientes (CHAGAS et al. 2011). Ferreira, Souza e Gomes (2013) citam que uma das características do composto orgânico é a gradual liberação de nitrogênio mineral no solo, o que diminui riscos de eventuais perdas.

Os adubos orgânicos são obtidos a partir de três fontes principais: animal, vegetal e mineral (NAGUIB, 2011). No Brasil as principais fontes de adubos orgânicos utilizados para

o cultivo de hortelã são o esterco avícola (Costa et al., 2013) e o esterco bovino curtido (FERREIRA et al. 2012), e (Chagas et al., 2011).

Costa et al. (2013) realizaram estudo para avaliar a adubação orgânica com esterco bovino e avícola, na produção de biomassa e o rendimento de OE de *M. piperita*. As plantas de hortelã pimenta foram cultivadas em vasos de 10 L, com cinco doses de cada fonte de adubo. Aos 90 dias de plantio, observaram que a maior biomassa seca total foi obtida nas plantas cultivadas na dose de 9,0 kg m<sup>-2</sup> de esterco bovino e 8,3 kg m<sup>-2</sup> de esterco avícola. O maior rendimento de OE foi obtido nas plantas cultivadas em 11,8 kg m<sup>-2</sup> de adubo.

Avaliando adubos orgânicos para cultivo de hortelã (*Mentha arvensis* L.), Chagas et al., (2011), realizaram estudo com cinco diferentes doses de esterco bovino curtido (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 kg m<sup>-2</sup>), aplicadas no plantio das mudas. Após o primeiro corte das plantas, foi realizada adubação de cobertura com quatro doses de esterco bovino curtido (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kg m<sup>-2</sup>). A maior produção de biomassa seca e rendimento de OE em hortelã foi obtida nas maiores dosagens de adubação orgânica, tanto no plantio (10 kg m<sup>-2</sup>), como em cobertura (7,5 kg m<sup>-2</sup>).

Em estudo realizado por Ferreira et al., (2012) avaliando diferentes doses de esterco bovino curtido, incorporadas no ato de construção dos canteiros, e concluíram que a dose de 19,47 kg m<sup>2</sup> de esterco bovino curtido foi a que proporcionou maior produção de massa fresca da parte aérea de *Mentha piperita*. E que as diferentes doses de esterco bovino curtido não alteram o teor de clorofila das plantas de hortelã-verde.

No entanto, é necessário diversificar as alternativas de produção orgânica e os compostos orgânicos utilizados pelos agricultores. O Bokashi é um composto orgânico, produzido com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micronutrientes. O Bokashi é submetido a ação de aceleradores de compostagem, que contém os microrganismos eficientes (EM). Existem relatos na literatura, nas quais mostram que a matéria orgânica quando induzida a decomposição via fermentação com EM, que provavelmente melhoram a qualidade do composto orgânico, favorecendo a disponibilidade de nutrientes e promovem maior crescimento das plantas. Medeiros et al., (2008) citam que a presença de microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, que se resulta na produção de gás e liberação de metabólitos, especialmente antibióticos e hormônios.

Outra fonte de adubo orgânico que vem sendo estudadas são fontes de fertilizante organo-mineral natural, que contem em sua composição Granulado Bioclástico Marinho



(GBM), que contem algas calcária do tipo *Lithothamnium*, que na ultima década vem sendo estudado como componente de composto, principalmente para produção de frutas. A utilização de fontes de adubo orgânico, conjugado com minerais naturais e granulado bioclásticos marinhos (algas calcárias *Lithothamnium*), estudo demonstram que sua aplicação possibilita melhor crescimento das plantas. O fertilizante organo mineral natural (FOMN) contém em sua formulação composto orgânico, fontes de minerais naturais e GBM. Pesquisas indicam que a utilização de GBM, contribuem para o melhoramento físico, químico e biológico do solo (Costa et al. 2015).

## 2.6 Fontes de Nutrientes: Bokashi e FOMN

O Bokashi é um composto orgânico, produzido com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micronutrientes. Estes componentes são submetidos à ação de acelerador de compostagem (EM), que realizam uma fermentação predominantemente láctica (BOECHAT; SANTOS; ACCIOLY, 2013). Os microrganismos contidos no Bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando nutrientes em substâncias solúveis e assimiláveis pelas plantas (FERREIRA, SOUZA E GOMES, 2013).

Hafle et al. (2009) citam que a composição do Bokashi pode variar de um preparo para outro, com valores nutricionais aproximadamente de: N=3%; P=2%; K=1,4%; Ca=2,2%; Mg=1,1%; Mn=0,018%; Zn=0,011%; Fe=0,090%; B=0,020%; Cu=0,010%; pH=6,0 e relação C/N=12:1).

Sahain et al. (2007) observaram que o solo adubado com composto Bokashi apresentou quantidades significativamente superiores de N, P, K, Fe e Zn, em comparação ao solo sem adubação. Boechat, Santos e Accioly (2013), observaram efeitos positivos do Bokaschi na mineralização de N, na fertilidade e na atividade microbiana do solo. Dias-Arieira et al., (2015) observaram que o composto orgânico Bokashi foi eficiente para controle do nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.), na cultura da alface.

A literatura da utilização de Bokashi para o cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares é escassa. Na pesquisa realizada foi encontrada a utilização de Bokashi para produção de cereais e olerícolas. Pei-Sheng e Hui-Lian (2002) avaliaram crescimento, desenvolvimento e produção de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) com adubação de EM Bokashi e na fertilização química, e concluíram que as plantas de amendoim adubadas com EM Bokashi, apresentaram maior ganhos de matéria seca e maiores vagens. Esses autores

citam que algumas pesquisas mostram que EM Bokashi aumenta produção de vegetais e de cereais como arroz e de milho.

Ferreira, Souza e Gomes (2013), avaliaram diferentes doses de Bokashi para produção de brócolis de cabeça única 'Lord Summer', os autores concluíram que as maiores doses tiveram relação direta com a produtividade e recomendam a dose de 10 t ha<sup>-1</sup> de Bokaschi para produzir brócolis orgânico. Ferreira et al., (2010) cultivando a mesma espécie de brócolis submetidas a diferentes doses de Bokashi, em condição de verão, chegaram a conclusões semelhantes.

Bianchini (2005) verificou que doses crescentes de Bokashi promoveram o aumento da massa média de plantas de alface cultivares Verônica e Elba, até a dose máxima utilizada que foi de 600 g.m<sup>-2</sup>.

O FOMN (Fertilizante Organo-Mineral Natural) contém em sua formulação composto orgânico, fontes minerais naturais e granulados bioclástico marinho (GBM). Segundo Melo & Furtini Neto (2003), algas marinhas de *Lithothamnium* apresentam as seguintes características químicas: 462,7 g.kg<sup>-1</sup> de CaO; 330,5 g.kg<sup>-1</sup> de Ca; 42,3 g.kg<sup>-1</sup> de MgO; 25,4 g.kg<sup>-1</sup> de Mg; reatividade (99,26%) e PRNT (92,62%). Esses autores observaram neste estudo que algas calcárias de *Lithothamnium* foram eficientes como corretivo da acidez do solo, proporcionando melhorias significativas no crescimento e na produção do feijoeiro.

Avaliando o crescimento de pitaiá vermelha (*Hylocereus undatus*), submetida à adubação orgânica e à aplicação de GBM, Moreira et al., (2011), observaram que a adubação com esterco de curral mais cama de frango mais GBM, favoreceram o crescimento de plantas.

Hafle et al. (2009), avaliando o crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.), em substrato com a adição do fertilizante Bokashi na forma farelada (0; 3; 6; 10 %, v/v) e quatro doses do fertilizante *lithothamnium*, na forma de pó (0; 3; 6; 10 g L<sup>-1</sup>), e concluíram que o uso conjugado dos fertilizantes apresentou efeitos positivos. Também observaram que o Bokashi na dose de 6 a 7 % v/v, promove o aumento do comprimento da parte aérea e na produção de biomassa total.

Na revisão de literatura para elaboração do referencial teórico da presente pesquisa, não foram encontrados estudos utilizando Bokashi e/ou GBM (alga calcária de *lithothamnium*) para adubação de plantas medicinais. Portanto, o presente estudo foi proposto com objetivo de avaliar o crescimento e a produção de óleo essencial de plantas de hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.), submetidas a diferentes compostos orgânicos, em diferentes doses e épocas de colheita do vegetal.

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A adubação com composto orgânico EL-Bokashi promoveu maior crescimento e acúmulo em biomassa seca nas plantas de *M. suaveolens*, nas diferentes épocas de colheita.

O adubo FOMN que contém em sua formulação GBM (algas calcárias de *Lithothamnium*) promoveu maior rendimento no teor de OE por g de matéria seca das folhas, nas diferentes épocas de colheita.

A mistura entre EL-Bokashi e FOMN proporcionou uma ação conjugada, entre a maior crescimento e acúmulo de biomassa e um maior rendimento no teor de OE, que possibilita sua recomendação para produção de OE em *M. suaveolens*.

As algas calcárias de *Lithothamnium* possivelmente é uma alternativa para aumentar a produção de OE em hortelã.

### 4 REFERÊNCIAS

ALI, K. et al. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. **Phytochemistry reviews : proceedings of the Phytochemical Society of Europe**, v. 9, n. 3, p. 357-378, 2010.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

AMARO, H. T. . et al. Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da hortelã (*Mentha arvensis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 313–318, 2013.

ARBOS, K. A. et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501–506, jun. 2010.

AZHAR, N. et al. Water stress mediated changes in growth, physiology and secondary metabolites of Desi Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). **PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY**, Pakistán, v. 43, n. SI, p. 15-19, 2011.

BADGLEY, C. et al. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 22, n. 02, p. 86, 2007.

BIANCHINI, F. G. **Comportamento de cultivares de alface de folhas soltas e crespas sob diferentes doses de Bokashi**. 2005. 14p. (Monografia de conclusão de curso de graduação). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v.32, p.588-94, 2009.

BOECHAT, C. L.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. D. A. Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with “Fermented Bokashi Compost.” **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 257–264, 26 mar. 2013.

BRASIL. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO**. Brasília, DF: MDS; CIAPO, 2013. Disponível em: <  
[http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user\\_img\\_19/BrasilAgroecologico\\_Baixar.pdf](http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_19/BrasilAgroecologico_Baixar.pdf)>. Acesso em 27 de Mar. de 2017.

BRASIL. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Programa Nacional de Plantas medicinais e Fitoterápicos**. Brasília. Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <  
[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa\\_nacional\\_plantas\\_medicinais\\_fitoterapicos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf)>. Acesso em 27 de Mar. de 2017.

CAPORAL, F.R. **Extensão Rural e Agroecologia**: temas sobre um novo desenvolvimento rural, necessário e possível. Brasília: 2009.

CARRUBBA, A.; MILITELLO, M. Nonchemical weeding of medicinal and aromatic plants. **Agronomy for Sustainable Development**, França, v. 33, n. 3, p. 551-561, 12 dez. 2012.

CARVALHO, F. P. Agriculture, pesticides, food security and food safety. **Environhortelã Science & Policy**, v. 9, n. 7-8, p. 685–692, 2006.

CHAGAS, J. H. et al. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 3, p. 412–417, 2011.

CHALIKIOPOULOS, D.; PAPASAVVAS, A. Effect of chitin on growth and chlorophyll content of two medicinal plants. **Journal of Medicinal Plants Research Vol.**, v. 4, n. 7, p. 499-508, 2010.

CHAUDHARY, V.; KAPOOR, R.; BHATNAGAR, A. K. Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. **Applied Soil Ecology**, Polônia, v. 40, n. 1, p. 174–181, set. 2008.

COSTA, A.C. et al. Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

COSTA, A.G. et al. Biomass production, yield and chemical composition of peppermint essential oil using different organic fertilizer sources. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 202-210, 2013.

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

DERWICH, E. et al. Comparative essential oil composition of leaves of *Mentha rotundifolia* and *Mentha pulegium* a traditional herbal medicine in Morocco. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, Jordan, v. 4, n. 1, p. 47-54, 2010.

DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Use of organic amendments in the management of root-knot nematode in lettuce. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 33, n. 4, p. 488-492, Dec. 2015.

DUMONT, B. et al. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. **Animal : an international journal of animal bioscience**, v. 7, n. 6, p. 1028-43, 2013.

EL-KASHOURY, El-Sayeda A. et al. Botanical and genetic characterization of *Mentha suaveolens* Ehrh. cultivated in Egypt. **Pharmacognosy Journal**, v. 5, n. 5, p. 228-237, 2013.

FERGUSON, R. S. e LOVELL, S. T. Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n.2, p.251-274, 2014.

FERREIRA, T. A. Acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n.5, p.41-45, 1012.

FERREIRA, S.; SOUZA, R. J.; GOMES, L. A. A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de Bokashi. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, 2013.

FERREIRA, S. et al. Segunda colheita do brócolis 'Lord Summer' sob diferentes doses de Bokashi em condições de verão. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), 2010.

FIGUEIREDO, A.C. et al. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, Hoboken, v. 23, n. 4, p. 213-226, 2008.

FUMAGALI, E. et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.

GABA, S. et al. Agroecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p.103-119, 2013.

GARZOLI, S. et al. Multidisciplinary approach to determine the optimal time and period for extracting the essential oil from *mentha suaveolens* ehrh. **Molecules**, v. 20, n. 6, p. 9640-9655, 2015.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.

HAFLE, O.M. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

HUBER, M. et al. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 58, n. 3-4, p. 103-109, 2011.

JANZANTTI, N.S. et al. Influence of the cultivation system in the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. **LWT - Food Science and Technology**, Suíça, v. 46, n. 2, p. 511-518, maio 2012.

LEFÈVRE, V. et al. Farmers and agronomists design new biological agricultural practices for organic cropping systems in France. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 3, p.623-632, 2013.

MAY, A. et al. Produtividade da biomassa de melissa em função de intervalo de cortes e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 26, n. 3, p. 312-315, set. 2008.

MEDEIROS D.C. et al. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, vol.26, n.2, pp.186-189, 2008.

MEGALI, L.; GLAUSER, G.; RASMANN, S. Fertilization with beneficial microorganisms decreases tomato defenses against insect pests. **Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n.3, p.649-656, 2014.

MELO, P.C.; FURTINI NETO, A.E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol.27, n.3, pp.508-519, 2003.

MING, L. C.; FERREIRA, M. I.; GONÇALVES, G. G. Pesquisas agronômicas das plantas medicinais da Mata Atlântica regulahortelãdas pela ANVISA. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 14, n. spe, p. 131-137, 2012.

MOREIRA, R.A. et al. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 785-788, 2011.

MOSTAFALOU, S. e ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 268, n. 2, p. 157-77, 2013.

NAGUIB, N. Y. M. Organic Vs Chemical Fertilization of Medicinal Plants: A Concise Review of researches. **Advances in Environhorteelál Biology**, Jordan, v. 5, n. 2, p. 394-400, 2011.

PEI-SHENG, Y.; HUI-LIAN, X. Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. **Journal of Sustainable Agriculture**, Santa Cruz, v. 19, n. 4, p. 105-112, 2002.

PIETRELLA, D. et al. Beneficial effect of *Mentha suaveolens* essential oil in the treatment of vaginal candidiasis assessed by real-time monitoring of infection. **BMC complehortelãry and alternative medicine**, v. 11, n. 1, p. 18, 2011.

PRINS, C. L.; VIEIRA, I. J. C.; FREITAS, S. P. Growth regulators and essential oil production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 22, n. Silva 2002, p. 91–102, 2010.

SAHAIN, M. F. M. et al. Effect of some biostimulant on growth and fruiting of Anna apple trees in newly reclaimed areas. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 3, n. 5, p. 422-429, 2007.

SANGALLI, A. . et al. Desenvolvimento e produção da carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham . subsp . *symmetrifoliolata* Farias & Proença ) cultivada sob dois arranjos de plantas , com ou sem cobertura de cama-de-frango no solo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Campinas, v. 13, n. 4, p. 439–446, 2011.

SANTOS, V.M.C.S. et al. Alternativas de propagação na produção de óleo essencial de *Mentha canadensis* L. no Litoral Norte Catarinense. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Campinas, v. 14, n. 1, p. 97–102, 2012.

STREMEL, E.P. et al. Cultivo de plantas medicinais na Agricultura Familiar: um estudo de caso. **Revista de Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.9, n.01, p.9-24, 2016.

STRINGARO, A.E.V. et al. “Effects of *Mentha suaveolens* Essential Oil Alone or in Combination with Other Drugs in *Candida albicans*, ” **Evidence-Based Complehortelãry and Alternative Medicine**, v.2014, p. 1-9, 2014.

SUTOUR, S. et al. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from *Mentha suaveolens* ssp. *insularis* (Req.). **Flavour and Fragrance Journal**, v. 23, n.2, p.107–114, 2008.

TWARUŹEK, M. et al. Statistical comparison of *Fusarium* mycotoxins content in oat grain and related products from two agricultural systems. **Food Control**, v. 34, n. 2, p. 291–295, 2013.

VRČEK, I. V. et al. A comparison of the nutritional value and food safety of organically and conventionally produced wheat flours. **Food chemistry**, v. 143, p. 522–9, 2014.

WARMLING, D.; MORETTI-PIRES, R.O. Sentidos sobre agroecologia na produção, distribuição e consumo de alimentos agroecológicos em Florianópolis, SC, Brasil. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, n. ahead, p. 0-0, 2016.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**



## **ARTIGO 1 – Fontes de nutrientes afetam no crescimento e produção de óleo essencial de hortelã peluda**

**RESUMO:** A busca do consumidor por produtos da Agroecologia cresce, e a necessidade de novos adubos orgânicos vem sendo alvo de pesquisas. Este estudo teve como finalidade avaliar o crescimento e a produção de óleo essencial de plantas de hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.), submetidas a diferentes compostos orgânicos, em diferentes épocas de colheita. As mudas foram produzidas em casa de vegetação a partir de estacas apicais, e após 45 dias foram transplantadas para vasos de 3 litros, tendo como substrato uma mistura de Latossolo Vermelho Amarelo e areia de textura média (2:1). A adubação foi realizada com os compostos orgânicos Embiotic Line-Bokashi (5g/L); Formulado Orgânico Mineral Natural (FOMN) (10 g/L); Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM) (10 g/L). Aos 70 dias após o transplante (DAT) das mudas foi realizada adubação de cobertura, com 50 % da dose inicial. O experimento foi conduzido em DIC, utilizando um fatorial 3 x 2 com cinco repetições por tratamento. Foram realizadas análises de crescimento e da produção de óleo essencial, e submetidas ao teste Scott Knott 5 % de probabilidade. As plantas adubadas com EL-Bokashi apresentaram maior acúmulo de matéria seca nas raízes e na parte aérea aos 65 DAT e aos 120 DAT, respectivamente. O maior crescimento das plantas adubadas com EL+Bokashi é devido as diferentes fontes de material orgânico deste composto, que é submetida a ação de microrganismo do acelerador de compostagem. As plantas adubadas com FOMN apresentaram maior produção de OE por quantidade de matéria seca das folhas aos 65 DAT e aos 120 DAT. O FOMN apresenta em sua formulação a utilização de fontes de adubo orgânico, conjugado com minerais naturais e GBM (algas calcárias *Lithothamnium*), que contem macro e micro nutrientes que provavelmente influencia de forma positiva na produção de OE.

**Palavras Chave:** *Mentha suaveolens* Ehrh., planta medicinal e aromática, substâncias voláteis, Bokashi, algas calcárias *Lithothamnium*.

**ABSTRACT:** Nutrient sources affect the growth and production of hairy mint essential oil. The consumer search for Agroecology products grows, and the need for new organic fertilizers has been researched. This study aimed to evaluate the growth and production of essential oil of hairy mint plants (*Mentha suaveolens* Ehrh.), Submitted to different organic compounds, at different

times of harvest. The seedlings were produced in a greenhouse from apical cuttings, and after 45 days were transplanted into 3 liter pots, having as substrate a mixture of Yellow Red Latosol and sand of medium texture (2: 1). The fertilization was carried out with the organic compounds Embiotic Line-Bogashi (5g / L); Formulated Organic Mineral Natural (FOMN) (10 g / L); Marine Bioclastic Granulates (GBM) (10 g / L). At 70 days after transplanted (DAT) of the seedlings was performed cover fertilization, with 50% of the initial dose. The experiment was conducted in ICD using a 3 x 2 factorial with five replicates per treatment. Growth and essential oil production analyzes were performed and submitted to the Scott Knott 5% test. The plants fertilized with EL-Bokashi presented higher accumulation of dry matter in the roots and shoot at 65 DAT and at 120 DAT, respectively. The highest growth of the plants fertilized with EL + Bokashi is due to the different sources of organic material of this compound, which is submitted to the microorganism action of the compost accelerator. The plants fertilized with FOMN presented higher production of essential oil by amount of dry matter of the leaves at 65 DAT and at 120 DAT. The FOMN presents in its formulation the use of sources of organic fertilizer, conjugated with natural minerals and GBM (limestone algae *Lithothamnium*), which contains milestone and micro nutrients that probably influence in a positive way in the production of OE.

**Keywords:** *Mentha suaveolens* Ehrh., Medicinal and aromatic plant, volatile substances, Bokashi, limestone algae *Lithothamnium*.

## INTRODUÇÃO

A hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.), é uma planta herbácea ereta e perene, amplamente utilizada na culinária como condimento e na medicina popular como antisséptico. Estudos demonstram a presença em seu óleo essencial (OE) de óxido de piperitenona, um monoterpeno com ação antibacteriana e antifúngica (Derwich et al. 2010). A demanda das indústrias por OE de hortelã cria a necessidade do cultivo em larga escala, que garanta a produção vegetal para extração de OE em quantidade e qualidade.

O Brasil já foi o maior produtor mundial de OE de hortelã, mas nas últimas décadas a indústria do País passou a importar dessa matéria prima (Bizzo et al. 2009). Um dos motivos dessa redução drástica na produção de hortelã foi devido a problemas de fertilidade e manejo do solo. As espécies de hortelã já foram definidas por diversos autores, como muito exigentes quanto à nutrição mineral (Chagas et al. 2011a).

De acordo com estudos a produção de OE em plantas é fortemente influenciada pelo sistema de produção, além de fatores genéticos, condições ambientais, entre outros (Arbos et al., 2010). No que tange os sistemas de produção, é necessário realizar estudos agrônômicos de cultivo de hortelã Agroecológico e, principalmente, o estabelecimento de práticas de manejo para o cultivo em escala comercial (Bizzo et al. 2009).

Dentre as tecnologias de cultivo, a adubação é essencial e deve fornecer nutrientes em quantidade e qualidade de acordo com as necessidades e especificidades de determinada espécie. As práticas de manejo da fertilidade de solo mais tradicionais e difundidas são a calagem e a adubação mineral. No entanto, a adubação orgânica vem sendo preconizada nas últimas décadas, devido diversas vantagens que oferece (Chagas et al. 2011a).

A adubação orgânica visa melhorar as qualidades físicas, químicas e microbiológicas do solo ao longo do tempo, mantendo a umidade e a dinâmica de decomposição do composto, que disponibilizam os nutrientes lentamente as plantas (Ferreira et al. 2012) e (Chagas et al. 2011a). No Brasil os principais adubos orgânicos utilizados para o cultivo de hortelã relatados são o esterco avícola (Costa et al., 2013) e o esterco bovino curtido (Costa et al., 2012) e (Chagas et al., 2011a). No entanto existem outras fontes de adubação orgânica, que podem ser utilizadas, como exemplo o Bokashi e o Fertilizante Organo-Mineral Natural (FOMN).

O Bokashi é um composto feito com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micro nutrientes. O material orgânico é submetido à ação de acelerador de compostagem (EM), que realizam a fermentação predominantemente láctica (Boechat et al. 2013). Os microrganismos contidos no Bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando os nutrientes em substâncias mais fácil de serem utilizáveis pelas plantas (Ferreira et al. 2013).

O FOMN é um fertilizante que contem em sua formulação matéria orgânicas, minerais naturais e Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM). De acordo com Costa et al. (2015), a utilização de GBM como fonte de adubo orgânico, contribuem para o melhoramento físico, químico e biológico do solo. Nas ultimas décadas vem sendo realizadas pesquisas com algas calcárias (*Lithothamnium*) para adubação orgânica, e esses estudos estão direcionadas principalmente para produção de frutas.

Não foram encontradas pesquisas utilizando composto Bokashi e/ou FOMN e/ou GBM nas adubações de plantas medicinais e na produção de OE de hortelã. Dessa forma, esse estudo teve

como finalidade avaliar o crescimento e a produção de óleos essenciais de *M. suaveolens*, submetidos a diferentes fontes de nutrientes, em diferentes idades de colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de outubro de 2014 à abril de 2015, na área experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG (21° 14'S e 45° 00'W, a 918 m de altitude). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, mas possui características de Cwb (Chagas et al. 2011a). Os dados climatológicos durante a condução do experimento estão apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Dados climatológicos mensais da cidade de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de outubro de 2014 a abril de 2015.

Mês	Ano	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)
Out.	2014	29,8	15,9	22,1	67,0
Nov.	2014	28,5	17,9	22,3	249,4
Dez.	2014	29,3	18,2	22,9	236,7
Jan.	2015	31,9	18,9	24,8	71,5
Fev.	2015	28,6	18,7	22,7	201,1
Mar.	2015	27,5	18,3	21,9	181,1
Abr.	2015	27,6	17,0	21,2	15,4

Fonte: Estação Climatológica Principal de Lavras, Convênio UFLA e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

As plantas de *M. suaveolens* foram obtidas a partir de matrizes cultivadas no Horto de Plantas Mediciniais do Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA. A exsiccata da hortelã peluda foi depositada no herbário ESAL, registrada no Número 24.524. A propagação foi realizada utilizando-se estacas apicais, coletadas de matrizes e cultivadas em bandejas de poliestireno expandido, contendo substrato comercial Plantmax Hortaliças. As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com irrigação até os 45 dias, com aproximadamente 7 cm de altura, quando foram transplantadas para vasos de 3 litros.

Os vasos foram preenchidos com solo (Latosolo Vermelho Amarelo) e areia de textura média (2:1). A análise de solo indicou os seguintes resultados:  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=5,1$ ;  $\text{P}(\text{Mehlich}) =14,1 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{K}=160 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+}=1,7 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+}=0,2 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{3+}=0,1 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ ;  $\text{H+Al}^{3+}=2,08 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ ;  $\text{SB}=2,31 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{T}=4,4 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{V}=52,6\%$ ;  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ ;  $\text{MO}=1,07 \text{ dag.dm}^{-3}$ .

As fontes de nutrientes escolhidas para este estudo é o composto orgânico Embiotic Line–Bokashi (EL-Bokashi), adquirido da empresa Korin, e os principais ingredientes para sua fabricação foram: farelo de arroz, farelo de soja, farelo de trigo e torta de mamona. Também foi utilizado o Fertilizante Organo-Mineral Natural (FOMN), que tem na formulação diferentes fontes de nutrientes orgânicas e inorgânicas, como esterco avícola, gesso agrícola, fonte de magnésio, fonte de fósforo parcialmente solúvel e granulado bioclástico Marinho (alga marinha tipo *Lithothamnium*), e os Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM), ambas da empresa Ceres tecnologia agrícola. O FOMN, de acordo com a análise do fornecedor, contém Nitrogênio (2,34 %),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (23,13 %),  $\text{K}_2\text{O}$  (4,89 %), Cálcio (18 %), Magnésio (7 %), Enxofre (11 %), Ferro (0,35 %), Boro ( $100 \text{ mg.dm}^3$ ), Cobre ( $465,85 \text{ mg.dm}^3$ ), Manganês ( $390,08 \text{ mg.dm}^3$ ) e Zinco ( $292,93 \text{ mg.dm}^3$ ). Foi determinada a dose desses fertilizantes de acordo com a recomendação do fornecedor: EL-Bokashi (15 g/vaso); FOMN (30 g/vaso); GBM (30 g/vaso), e realizada adubação de cobertura aos 70 dias após transplante (DAT), utilizando 50 % da primeira dose de fonte de nutriente.

A aplicação foi realizada em Dezembro de 2014, misturando as doses com o solo/areia nos vasos, que foram distribuídos aleatoriamente em viveiro com sombrite 50 % de sombreamento e irrigação manual, e após 15 dias plantada uma muda por vaso, com dois vaso/planta por repetição e cinco repetição por tratamento, totalizando 60 vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), utilizando um fatorial 3 x 2 (três adubações e duas épocas de colheita, aos 65 DAT e aos 120 DAT).

Para a análise de crescimento, foi medida área foliar, usando-se o Medidor Eletrônico de Área Foliar (LI-COR - LI-3100), sendo tomadas, ao acaso, cinco plantas por tratamento (aos 65 DAT e 120 DAT), e selecionada três folhas completamente expandidas por planta, localizadas na região superior, mediana e basal da planta (Melo e Alvarenga, 2009). A coleta das plantas foi realizada de forma destrutiva, separando-se por parte aérea e raiz. Após cada coleta o material foi realizada a pré-secagem, em estufa com circulação forçada de ar a  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , até atingir peso constante, por aproximadamente três dias. Posteriormente, realizaram-se a determinação matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), da raiz (MSR) e parte aérea total (MSPA). Foram calculadas a área

foliar específica, razão raiz parte aérea, aplicando-se as fórmulas matemáticas de crescimento descritas em Lucchesi (1984) e Peixoto & Peixoto (2009).

Para a extração do OE foram pesados 30g de matéria pré-seca da folha por tratamento, e submetidas à hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado por 1,5h, utilizando 600 mL de água destilada em balão de destilação de 1L. A separação do hidrolato foi realizada em balão de separação com diclometano, acondicionado a ausência de luz, desidratado com  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro, após evaporado e realizado a obtenção dos rendimentos com base no peso seco do material vegetal (Chagas et al. 2011b). O rendimento do óleo essencial foi expresso em mL de OE por g de folhas e calculado o teor (%) de OE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa Sisvar, Versão 6.5 As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo teste de F de significância. As médias, quando significativas, submetidas ao teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação com Embiotic Line–Bokashi (EL-Bokashi) promoveu um maior crescimento das plantas, quando observado os valores matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), da raiz (MSR) e parte aérea total (MSPA), com diferença significativa dos demais das plantas adubadas com FOMN e GBM aos 65 DAT e aos 120 DAT (Tabela 2), e apresentaram o dobro de MSF, MSC, MSR e MSPA das plantas adubadas com FOMN. As plantas de hortelã peluda cultivadas no composto FOMN aumentaram em 6 vezes a MSF, MSC, MSR e MSPA dos 65 DAT para os 120 DAT (Tabela 2). As plantas adubadas com GBM apresentou os menores resultados, diferindo dos demais tratamentos.

Aos 120 DAT as plantas adubadas com EL-Bokashi apresentaram média de MSPA de  $12,6 \text{ g planta}^{-1}$ , aproximadamente o dobro das plantas adubadas com FOMN. Costa et al. (2013), que avaliando a MSPA de plantas de *Mentha x piperita* L., aos 90 dias de DAT cultivadas em vasos de 10 L, adubadas com esterco avícola, obtiveram as maiores resultados na dose de  $9 \text{ kg/m}^{-2}$ , com média de MSPA de  $37 \text{ g por planta}^{-1}$  e com esterco bovino, nas mesmas proporções foi observada uma média de MSPA de  $32 \text{ g planta}^{-1}$ .

**TABELA 2.** Produção de matéria seca das folhas, caule, raiz, parte aérea e o rendimento e o teor (%) de óleo essencial, área foliar específica e razão raiz/parte aérea, aos 65 DAT e aos 120 DAT, em gramas (g) de *Mentha suaveolens* Ehrh. em diferentes compostos orgânicos.

Tratamento	Matéria seca das folhas (g)		Matéria seca do caule (g)		Matéria seca da raiz (g)		Matéria seca parte aérea total(g)		Área foliar específica (dm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )		Razão raiz/Parte aérea (g.g)		Rendimento de OE em mL/g folhas		Teor médio de óleo essencial (%)	
	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT	65 DAT	120 DAT
EL-Bokashi	2,9Ab	5,5Aa	3,2Ab	7,2Aa	1,8Ab	3,6Aa	6,1Ab	12,6Aa	0,7B	0,9A	0,6A	0,7A	0,08B	0,07B	0,26B	0,22B
FOMN	0,5Bb	2,8Ba	0,5Bb	3,7Ba	0,3Bb	1,9Ba	1,1Bb	6,5Ba	0,9A	0,9A	0,6B	0,7A	0,12A	0,11A	0,41A	0,36A
BM	0,5Ba	1,1Ca	0,5Ba	1,3Ca	0,3Ba	0,7Ca	1,0Ba	2,3Ca	0,9A	0,8B	0,6B	0,6B	0,06C	0,05C	0,18C	0,16C
%	2,18		24,4		23,8		23,8		2,0		9,5		16,1		16,1	

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si, de acordo com teste de Scott Knott a 5 %. DAT (dias após o transplante).

O menor crescimento em MSF, MSC, MSR e MSPA das plantas de hortelã peluda (Tabela 2) apresentados neste estudo em comparação a outros estudos com *Mentha* sp., pode ser em decorrência do tamanho do vaso, que é de 3 L e a menor percentagem de composto orgânico, enquanto os estudos descritos foram realizados em vaso de 10 L, e em proporções maiores de composto orgânico. Os trabalhos com adubação orgânica têm mostrado que em solos mais adubados, tem se obtido maiores acúmulo de biomassa seca (Chagas et al. 2011a). A espécie utilizada neste estudo é a *M. suaveolens*, e tem uma estrutura morfológica e possível padrão de crescimento diferentes da *M. arvensis* e *M. piperita*, o que também pode exemplificar essa diferença a resposta à adubação. Este é um dos poucos trabalhos com testando diferentes fontes de adubação em plantas de hortelã peluda.

O maior desempenho no acúmulo de biomassa apresentado pelas plantas cultivadas com EL-Bokashi (Tabela 2), nas duas épocas de coleta, ocorreram possivelmente em decorrência das características física, química e biológica desse composto. O maior peso MSR e conseqüentemente abrangência do sistema radicular do composto EL-Bokashi possibilitou maior exploração de nutrientes disponíveis para as plantas (Figura 1).

A formulação do composto EL-Bokashi contém diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micronutrientes. Estes componentes são submetidos à ação de acelerador de compostagem (EM), que realizam uma fermentação predominantemente láctica (Boechat et al., 2013). Os microrganismos contidos no Bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando nutrientes em substâncias solúveis e assimiláveis pelas plantas (Ferreira et al., 2013). Sahain et al. (2007), observaram que o solo que foi adubado com composto Bokashi apresentou quantidades significativamente superiores de N, P, K, Fe e Zn, em comparação ao solo sem adubação. Esses nutrientes são disponibilizados as plantas de forma gradativa, o que permite um maior crescimento em biomassa.

Outra característica é que os materiais orgânicos que compõem o EL-Bokashi passam pelo processo de fermentação utilizando microrganismos eficientes (EM), que beneficiam a formação do composto EL-Bokashi e favorecem a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Ferreira et al. 2013). Boechart et al. (2013) observaram efeitos positivos do Bokaschi na mineralização de N, na fertilidade e na atividade microbiana do solo. Hafle et al. (2009), avaliando o crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.), observaram que a adição do fertilizante Bokashi no substrato promove o aumento do comprimento da parte aérea e massa seca da parte aérea, da raiz e total.



Figura 1 – Plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh., adubadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural, aos 35 DAT (A) e aos 80 DAT (B), cultivadas em viveiro com sombrite.



Legenda: DAT é dias após o transplantio. Foto: Iberê Martí

As plantas adubadas com composto GBM e FOMN, apresentaram maiores AFE aos 65 DAT (Tabela 2), diferindo significativamente, com uma média de  $0,87 \text{ dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ . Mas essas plantas obtiveram pouca variação de AFE aos 120 DAT. Corrobora com tais resultados Costa et al. (2013), que observaram que a AFE não diferiu significativamente entre os diferentes adubos orgânicos, e sugerem que a adubação orgânica não aumentou a espessura foliar. Este resultado (Tabela 2) corrobora com David & Boaro (2009), que estudaram a *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva e observaram pouca variação de AFE, refletindo espessura mais constante de suas folhas.

Aos 120 DAT as plantas cultivadas nos compostos orgânicos EL-Bokashi e FOMN apresentaram maiores médias de AFE  $0,9 \text{ dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ . Em plantas cultivadas no composto orgânico EL-Bokaschi a AFE aumentou entre a avaliação aos 65 DAT e aos 120 DAT (Tabela 2), e diferiu significativamente dos demais compostos. Esses resultados concordam com encontrados por David et al. (2007), que observaram que, de maneira geral, a AFE em *Mentha piperita* cultivada com diferentes níveis de P aumentaram após os 40 DAT, sendo mais elevada aos 100 DAT. E discorda de Valmorbidia et al. (2007) cultivaram *M. piperita* com 100 e 50% de K. e observaram um aumento da AFE até os 63 DAT, e um posterior decréscimo na AFE.

As plantas adubadas com EL-Bokaschi apresentaram uma RR/PA de 0,6 g.g aos 65 DAT e diferiu significativamente dos demais tratamentos (Tabela 2). Aos 120 DAT as plantas adubadas com o composto orgânico EL-Bokaschi e o FOMN apresentaram os resultados de RRPA 0,66 g.g.

As plantas adubadas com FOMN apresentaram teores maiores de OE aos 65 DAT e aos 120 DAT, com média de 0,38% por  $\text{g}^{-1}$  (Tabela 2), e diferiu das plantas adubadas com EL-Bokashi e GBM. O OE de hortelã peluda varia de acordo com a época de colheita, com rendimento médio em teor de 0,20 % (GARZOLI et al., 2015). A formulação do FOMN tem diferentes fontes de nutrientes orgânicas e inorgânicas, entre elas o GBM, que é um biocatalizador natural composto de mais de 40 marcadores e micronutrientes, e rico em Cálcio e Magnésio, e na sua composição contém diversos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). Essa pesquisa é um estudo pioneiro na utilização de GBM na produção de OE de hortelã peluda.

A produção de OE nas folhas de *M. suaveolens* não diferiu entre as diferentes épocas de colheita, aos 65 DAT e aos 120 DAT (Tabela 2), para plantas adubadas com EL-Bokashi, FOMN ou GBM. No entanto, foi possível observar um decréscimo na produção de OE em todos os tratamentos, o que possivelmente é devido à idade da planta. Deschamps et al. (2012), estudando a produtividade de OE para *Mentha x piperita* L., relatam que maior quantidade de óleo para essa espécie é entre os 60 DAT e 120 DAT.

As plantas adubadas com EL-Bokashi demonstram que é uma alternativa viável para produção de MSPA de plantas medicinais. Rezende et al. (2008), citam que a utilização de compostos orgânicos têm sido ultimamente uma ferramenta de suma importância em várias culturas, elevando as suas produtividades.

As plantas adubadas com FOMN produziram maior teor de OE por matéria seca das folhas, mas obtiveram menor produção de MSR e MSPA quando comparada ao EL-Bokashi. Moreira et al.

(2011), recomenda a utilização de GBM associada a matéria orgânica. O resultado apresentando pelo crescimento em biomassa das plantas adubadas com composto orgânico El-Bokashi e na produção de OE de plantas adubadas com composto orgânico FOMN sugerem uma possível combinação desses fertilizantes, que pode ser positiva ao aliar maior crescimento e biomassa (EL-Bokashi) e maior produção de OE (FOMN) em *M. suaveolens*.

A fertilização com EL-Bokashi proporcionou maior crescimento, MSR e MSPA de hortelã peluda, tanto aos 65 DAT quanto aos 120 DAT. A fertilização com FOMN proporciona maior rendimento de teor de OE por g de matéria seca das folhas de hortelã peluda, tanto aos 65 DAT quanto aos 120 DAT.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecer a FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos, as agências de fomento CNPq e CAPES. A empresa Korin Meio Ambiente e a CERES Tecnologia Agrícola pelo fornecimento dos produtos. E ao Horto de Plantas Medicinais (DAG) e ao Setor de Fisiologia Vegetal (DBI) da UFPA, pela infraestrutura e logística disponibilizada.

## REFERÊNCIAS

- ARBOS, K. A. et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501–506, jun. 2010.
- BIZZO, H.R. et al. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, p.588-94, 2009.
- BOECHAT, C.L. et al. Mineralização líquida de nitrogênio e mudanças químicas no solo com a aplicação de resíduos orgânicos com 'Composto Ferhortelãdo Bokashi'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 257-264, 2013.
- CHAGAS, J.H. et al. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 412–417, 2011a.
- CHAGAS, J.H. et al. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 327–334, 2011b.
- COSTA, A.C. et al. Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

COSTA, A.G. et al . Biomass production, yield and chemical composition of peppermint essential oil using different organic fertilizer sources. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 202-210, 2013.

DAVID, E.F.S. et al. Desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de hortelã (*Mentha x piperita* L.) cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de fósforo. **Biotemas**, v. 20, n. 2, p. 15-26, 2007.

DAVID, E.F.S.; BOARO, C.S.F.. Translocação orgânica, produtividade e rendimento de óleo essencial de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva com variação dos níveis de N, P, K e Mg. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 236-246, 2009.

DESCHAMPS, C. et al. Produção de biomassa, teor e composição do óleo essencial de *Mentha x piperita* L.. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 12-17, 2012.

DERWICH, E. et al. Comparative essential oil composition of leaves of *Mentha rotundifolia* and *Mentha pulegium* a traditional herbal medicine in Morocco. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 47-54, 2010.

DIAS, G.T.M. Granulados bioclásticos: algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 307-318, 2000.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, S. et al. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, caderno II, p.31-38, 2013.

FERREIRA, T.A. Acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Verde**, v. 7, n.5, p.41-45, 1012.

GARZOLI, S. et al. Multidisciplinary approach to determine the optimal time and period for extracting the essential oil from *mentha suaveolens* ehrh. **Molecules**, v. 20, n. 6, p. 9640-9655, 2015.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.

HAFLE, O.M. et al . Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

LUCCHESI, A. A. **Utilização prática da análise de crescimento vegetal**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 41, n. 1, 1984.

MELO, A.A.M.; ALVARENGA, A.A. Sombreamento de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don “Pacifica White” por malhas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 514–520, 2009.

MELO, P.C.; FURTINI NETO, A.E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.

MOREIRA, R. A. et al . Growth of red pitaya with organic fertilizer and calcified seaweed. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 5, p. 785-788, 2011.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos**. In: Tópicos em Ciências Agrárias - Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. p. 37-53.

REZENDE, A.M. et al. Fungicidas cúpricos, cloretos de benzalcônio e composto bioativo líquido (Bokashi): fitotoxicidade e controle da seca dos ponteiros causada por *Erwinia psidii* em goiabeiras. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 4, p. 288-294, 2008.

SAHAIN, M. F. M. et al. Effect of some biostimulant on growth and fruiting of Anna apple trees in newly reclaimed areas. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 3, n. 5, p. 422-429, 2007.

VALMORBIDA, J. et al. Crescimento de *Mentha piperita* L, cultivada em solução nutritiva com diferentes doses de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 4, p. 27-31, 2007.

## **ARTIGO 2 - Adubação com Bokashi e com granulado bioclástico marinho afetam o crescimento e a produção de óleo essencial de hortelã peluda**

**RESUMO:** A demanda por produtos da Agroecologia é crescente, juntamente com a necessidade de pesquisas com fontes de adubos orgânicos. O objetivo deste pesquisa foi avaliar adubação orgânica em diferentes doses na produção de biomassa e óleo essencial (OE) de plantas *Mentha suaveolens* Ehrh. As mudas foram conduzidas em vasos de 3 litros, com substrato de terra e areia (2:1), e adubados com EL-Bokashi em 10 g, 15 g e 20 g por vaso; Formulado Orgânico Mineral Natural (FOMN) em 25 g, 30 g e 35 g por vaso; e a mistura de EL-Bokaschi (15 g/vaso) + FOMN em 15 g, 20 g e 25 g por vaso. O experimento foi conduzido em DIC simples, com 9 tratamentos. Aos 80 dias após plantio realizou-se análises de crescimento e produção de OE das plantas, e submetidas ao teste Scott Knott 5 % de probabilidade. As plantas adubadas com o composto EL-Bokashi (15 g vaso)+FOMN (15 g vaso), e o EL-Bokashi (20 g vaso), proporcionou maior biomassa seca das raízes e na parte aérea. O maior crescimento das plantas adubadas com EL+Bokashi é devido as diferentes fontes de material orgânico deste composto, que é submetida a ação de microrganismo do acelerador de compostagem. As plantas adubadas com o composto EL-Bokashi (15 g vaso) + FOMN (20 g vaso), e com FOMN (30 g vaso), apresentaram maior produção de OE. O FOMN apresenta em sua formulação a utilização de fontes de adubo orgânico, conjugado com minerais naturais e granulado bioclásticos marinhos (algas calcárias de *Lithothamnium*), que contem macro e micro nutrientes que provavelmente influencia de forma positiva na produção de OE. Recomenda-se a utilização conjugada de EL-Bokashi + FOMN para produção de biomassa e OE de hortelã peluda.

**Palavras Chave:** *Mentha suaveolens* Ehrh., planta medicinal e aromática, substâncias voláteis, algas calcárias *Lithothamnium*.

**ABSTRACT:** **Fertilization with Bokashi and marine bioclastic granules affect the growth and production of hairy mint essential oil.** The demand for Agroecology products is increasing, along with the need for research with sources of organic fertilizers. The objective of this research was to evaluate organic fertilization in different doses in the production of biomass and essential oil (OE) of plants *Mentha suaveolens* Ehrh. The seedlings

were harvested in 3-liter pots with soil and sand substrate (2: 1) and fertilized with EL-Bokashi in 10 g, 15 g and 20 g per pot; Formulated Organic Mineral Natural (FOMN) in 25 g, 30 g and 35 g per pot; And the mixture of EL-Bokaschi (15 g / pot) + FOMN in 15 g, 20 g and 25 g per pot. The experiment was conducted in simple ICD, with 9 treatments. At 80 days after planting, analyzes of growth and OE production of the plants were carried out and submitted to the Scott Knott 5% test. Plants fertilized with EL-Bokashi (15 g pot) + FOMN (15 g pot), and EL-Bokashi (20 g pot) provided higher dry biomass of roots and shoot. The highest growth of the plants fertilized with EL + Bokashi is due to the different sources of organic material of this compound, which is submitted to the microorganism action of the compost accelerator. The plants fertilized with the compound EL-Bokashi (15 g pot) + FOMN (20 g pot), and with FOMN (30 g pot) showed higher OE production. The FOMN presents in its formulation the use of sources of organic fertilizer, conjugated with natural minerals and marine bioclastic granules (limestone algae *Lithothamnium*), which contains milestone and micro nutrients that probably influence in a positive way in the production of OE. It is recommended to use EL-Bokashi + FOMN conjugate for the production of biomass and hairy mint EO.

**KEY WORDS:** *Mentha suaveolens* Ehrh., Medicinal and aromatic plant, volatile substances, limestone algae *Lithothamnium*.

## INTRODUÇÃO

A hortelã peluda (*Mentha suaveolens* Ehrh.) é uma planta herbácea ereta e perene, amplamente utilizada na culinária como condimento e na medicina popular como antisséptico. Estudos demonstram a presença em seu óleo essencial (OE) de óxido de piperitenona, um monoterpreno com ação antibacteriana e antifúngica (Derwich et al. 2010). O OE de hortelã é amplamente usado nas indústrias química, farmacêutica, cosmética, de higiene pessoal e alimentícia (Amaro et al., 2013) e (Ferreira et al., 2012).

O Brasil já foi o maior produtor mundial de OE de hortelã, mas nas últimas décadas a indústria do País passou a importar dessa matéria prima (Bizzo et al. 2009). Um dos motivos dessa redução drástica na produção de hortelã foi devido a problemas de fertilidade e manejo

do solo. As espécies de hortelã já foram definidas por diversos autores, como muito exigentes quanto à nutrição mineral (Chagas et al. 2011a).

De acordo com estudos a produção de OE em plantas é fortemente influenciada pelo sistema de produção, além de fatores genéticos, condições ambientais, entre outros (Arbos et al., 2010). No que tange os sistemas de produção de plantas medicinais, recomenda-se utilizar a Agroecologia para Agricultura Familiar, devido as vantagens que oferece, mas é necessário realizar estudos agrônômicos de cultivo de hortelã e, principalmente, o estabelecimento de práticas de manejo para o cultivo agroecológico em escala comercial (Bizzo et al. 2009).

Dentre as tecnologias de cultivo, a adubação é essencial e deve fornecer nutrientes em quantidade e qualidade de acordo com as necessidades e especificidades de determinada espécie. As praticas de manejo da fertilidade de solo mais tradicionais e difundidas são a calagem e a adubação mineral. No entanto, a adubação orgânica vem sendo preconizada nas últimas décadas, devido diversas vantagens que oferece (Chagas et al. 2011a).

A adubação orgânica visa melhorar as qualidades físicas, químicas e microbiológicas do solo ao longo do tempo, mantendo a umidade e a dinâmica de decomposição do composto, que disponibilizam os nutrientes lentamente as plantas (Ferreira et al. 2012) e (Chagas et al. 2011a). No Brasil os principais adubos orgânicos utilizados para o cultivo de hortelã relatados são o esterco avícola (Costa et al., 2013) e o esterco bovino curtido (Costa et al., 2012) e (Chagas et al., 2011a). No entanto existem outras fontes de adubação orgânica, que podem ser utilizadas, como exemplo o Bokashi e o Fertilizante Organo-Mineral Natural (FOMN).

O Bokashi é um composto feito com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micro nutrientes. O material orgânico é submetido à ação de acelerador de compostagem (EM), que realizam a fermentação predominantemente láctica (Boechat et al. 2013). Os microrganismos contidos no Bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando os nutrientes em substâncias mais fácil de serem utilizáveis pelas plantas (Ferreira et al. 2013).

O FOMN é um fertilizante que contem em sua formulação matéria orgânicas, minerais naturais e granuladas bioclásticos marinhos (GBM). De acordo com Costa et al. (2015), a utilização de Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM) como fonte de adubo orgânico, contribuem para o melhoramento físico, químico e biológico do solo. Nas ultimas décadas



vem sendo realizadas pesquisas com algas calcárias (*Lithothamnium*) para adubação orgânica, e esses estudos estão direcionadas principalmente para produção de frutas.

No estudo anterior foi observada maior crescimento em plantas de adubadas com Bokashi e maior produção de OE em plantas adubadas com FOMN. Dessa forma, esse estudo teve como finalidade avaliar o crescimento e a produção de óleos essenciais de plantas de *M. suaveolens*, adubadas com diferentes doses de Bokashi e FOMN

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de julho a dezembro de 2015, na área experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG (21° 14'S e 45° 00'W, a 918 m de altitude). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, mas possui características de Cwb (Chagas et al. 2011a). Os dados climatológicos durante a condução do experimento estão apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Dados climatológicos mensais da cidade de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de Julho a Dezembro de 2015.

Mês	Ano	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)
Jul.	2015	25,2	13,1	18,3	1,7
Ago.	2015	27,1	12,8	18,9	36,6
Set.	2015	28,1	16,3	21,6	127,6
Out.	2015	31,3	18,3	24,1	22,7
Nov.	2015	29,6	19,2	23,3	273,8
Dez.	2015	29,2	19,1	23,2	232,9

Fonte: Estação Climatológica Principal de Lavras, Convênio UFLA e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

As plantas de *M. suaveolens* foram obtidas a partir de matrizes cultivadas no Horto de Plantas Medicinais do Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA. A exsicata da hortelã peluda foi depositada no herbário ESAL, registrada no Número 24.524.

A propagação foi realizada utilizando-se estacas apicais, coletadas de matrizes e cultivadas em bandejas de poliestireno expandido, contendo substrato comercial Plantmax Hortaliças. As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com irrigação até os 45 dias, com aproximadamente 7 cm de altura, quando foram transplantadas para vasos de 3 litros.

Os vasos foram preenchidos com solo (Latosolo Vermelho Amarelo) e areia de textura média (2:1). A análise de solo indicou os seguintes resultados: pH(H<sub>2</sub>O)=5,1; P(Mehlich) =14,1 mg.dm<sup>-3</sup>; K=160 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>=1,7 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>=0,2 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>=0,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>; H+Al<sup>3+</sup>=2,08 cmolc.dm<sup>-3</sup>; SB=2,31 mg.dm<sup>-3</sup>; T=4,4 mg.dm<sup>-3</sup>; V=52,6%; cmolc.dm<sup>-3</sup>; MO=1,07 dag.dm<sup>-3</sup>.

As fontes de nutrientes escolhidas para este estudo é o composto orgânico Embiotic Line–Bokashi (EL-Bokashi), adquirido da empresa Korin, e os principais ingredientes para sua fabricação foram: farelo de arroz, farelo de soja, farelo de trigo e torta de mamona. Também foi utilizado o Fertilizante Organo Mineral Natural (FOMN), que tem na formulação diferentes fontes de nutrientes orgânicas e inorgânicas, como esterco avícola, gesso agrícola, fonte de magnésio, fonte de fosforo parcialmente solúvel e granulado bioclástico Marinho (GBM), com alga marinha tipo *Lithothamnium*, da empresa Ceres tecnologia agrícola. O FOMN, de acordo com a análise do fornecedor contém Nitrogênio (2,34 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (23,13 %), K<sub>2</sub>O (4,89 %), Cálcio (18 %), Magnésio (7 %), Enxofre (11 %), Ferro (0,35 %), Boro (100 mg.dm<sup>3</sup>), Cobre (465,85 mg.dm<sup>3</sup>), Manganês (390,08 mg.dm<sup>3</sup>) e Zinco (292,93 mg.dm<sup>3</sup>).

Foi determinada as três doses desses fertilizantes de acordo com a recomendação do fornecedor: EL-Bokashi (10; 15 e 20 g/vaso); FOMN (25; 30; e 35 g/vaso); e a mistura de EL-Bokaschi (15 g/vaso) + FOMN (15; 20; e 25 g/vaso).

A aplicação dos fertilizantes foi realizada em agosto de 2015, misturando as doses com o solo/areia nos vasos, que foram distribuídos aleatoriamente em casa de vegetação e irrigação manual, e após 15 dias plantada uma muda por vaso, com dois vaso/planta por repetição e cinco repetição por tratamento, totalizando 90 vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) simples, com nove tratamentos.

Aos 80 dias após transplântio (DAT), foram avaliados a altura do caule (cm), com régua métrica, quantidade de brotações, o diâmetro de colo (mm), com paquímetro digital e a área foliar (AFT) (dm<sup>2</sup>), medida por meio do Medidor Eletrônico de Área Foliar (LI-COR - LI-3100), sendo tomadas, ao acaso, cinco plantas por tratamento, e selecionada três folhas

completamente expandidas por planta, localizadas na região superior, mediana e basal da planta (Melo e Alvarenga, 2009).

A coleta das plantas foi realizada de forma destrutiva, separando-se por parte aérea e raiz. Após cada coleta o material foi realizada a pré-secagem, em estufa com circulação forçada de ar a 30 °C, até atingir peso constante, em aproximadamente três dias. Posteriormente, realizaram-se a determinação matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), da raiz (MSR) e parte aérea total (MSPA). Foi calculada a área foliar total (AFT) e a razão raiz parte aérea (RR/PA), aplicando-se as fórmulas matemáticas de crescimento descritas em Lucchesi, (1984) e Peixoto e Peixoto (2009).

Para a extração do OE foram pesados 30g de matéria pré-seca da folha por tratamento, e submetidas à hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado por 1,5h, utilizando 600 mL de água destilada em balão de destilação de 1L. A separação do hidrolato foi realizada em balão de separação com diclometano, acondicionado a ausência de luz, desidratado com Na<sub>2</sub>SO<sup>4</sup> anidro, após evaporado e realizado a obtenção dos rendimentos com base no peso seco do material vegetal (Chagas et al. 2011b). O rendimento do óleo essencial foi expresso em mL de OE por g de folhas e calculado o teor (%) de OE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa Sisvar, Versão 6.5 As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo teste de F de significância. As médias, quando significativas, submetidas ao teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As plantas adubadas com Bokashi+FOMN (15 g/vaso) e EL-Bokashi (20 g/vaso) apresentaram maior produção de MSF (Tabela 2), com média de 6,3 g por planta<sup>-1</sup>, e de MSPA, com média de 15 g por planta<sup>-1</sup>, e diferenciou significativamente dos demais tratamentos. A maior produção de MSF e MSPA nas plantas de hortelã adubadas com Bokashi+FOMN (15 g/vaso), na menor dose na mistura desses compostos pode ser atribuída como uma resposta a características dos dois adubos.

**TABELA 2.** Altura, brotações, diâmetro de colo, matéria seca das folhas, raiz, parte aérea total, área foliar, razão raiz parte aérea e teor médio de óleo essencial, aos 80 DAT, em plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh. cultivadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural.

<b>Tratamento</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Broto (quant.)</b>	<b>Diâmetro de colo (mm)</b>	<b>Matéria seca das folhas (g)</b>	<b>Matéria seca da raiz (g)</b>	<b>Matéria seca parte aérea total (g)</b>	<b>Área foliar especifica (dm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Razão raiz/Parte aérea (g.g)</b>	<b>Teor médio de OE (%)</b>
EL-Bokashi+FOMN 15 g	72,8 A	4,8 B	4,6 A	6,5 A	4,8 A	15,3 A	0,7 A	0,3 B	0,34 C
EL-Bokashi+FOMN 20 g	75,4 A	5,6 B	4,7 A	4,8 B	4,2 B	11,3 B	0,7 A	0,4 B	0,40 B
EL-Bokashi+FOMN 25 g	63,4 B	6,4 A	4,2 A	4,3 B	3,6 B	9,1 B	0,8 A	0,3 B	0,35 C
Bokashi 10 g	63,6 B	5,6 B	4,5 A	4,5 B	3,3 C	10,5 B	0,8 A	0,3 B	0,23 E
Bokashi 15 g	70,5 A	8,6 A	4,4 A	4,7 B	3,1 C	10,1 B	0,8 A	0,3 B	0,25 D
Bokashi 20 g	71,4 A	7,6 A	4,0 A	6,1 A	3,8 B	14,3 A	0,8 A	0,3 B	0,26 D
FOMN 25 g	46,6 D	3 B	2,9 B	1,8 C	2,3 D	4,2 C	0,9 A	0,6 A	0,33 C
FOMN 30 g	56,0 C	3,4 B	3,0 B	2,3 C	2,8 C	5,4 C	1,0 A	0,6 A	0,45 A
FOMN 35 g	55,8 C	4,2 B	3,7 B	1,7 C	2,3 D	4,1 C	0,9 A	0,6 A	0,39 B
%	7,2	29,7	15,6	22,1	13,2	22,1	20,5	21,5	3,8

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si, de acordo com teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

Esse efeito de corretivo do solo do composto FOMN conjugado com as características do EL-Bokashi, que tem a composição com diferentes fontes de material orgânico (palha de arroz, farelos e tortas de origem vegetal, entre outros), que são submetidas ao processo de compostagem utilizando Embiotic Line (acelerador de compostagem), e que possivelmente proporcionou esse maior acúmulo de BSPA. Hafle et al. (2009), avaliaram diferentes doses de Bokashi e *Lithothamnium*, na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), e concluíram que o uso conjugado de GBM e esterco apresentou efeitos positivos.

De acordo com Melo e Furtini Neto (2003), avaliando o crescimento e a produção de feijoeiro, observaram que alga marinha tipo *Lithothamnium*, foram eficientes como corretivo da acidez do solo. Moreira et al., (2011), avaliando o crescimento de pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*), submetida à adubação orgânica e à aplicação de GBM, observaram que a adubação com esterco de curral mais cama de frango mais GBM, favoreceram o crescimento de plantas.

As plantas adubadas com EL-Bokashi na maior dose por vaso (20 g/vaso) (Tabela 2), também apresentou maior crescimento da MSF e MSPA. Ferreira et al., (2013), avaliaram diferentes doses de Bokashi para produção de brócolis de cabeça única 'Lord Summer', e concluíram que maiores doses do composto proporcionou uma relação linear com a produtividade e recomendam dose de 10 t ha<sup>-1</sup> de Bokaschi para produzir brócolis orgânico. Ferreira et al., (2010) cultivando a mesma espécie de brócolis submetidas a diferentes doses de Bokashi, em condição de verão, chegaram a conclusões semelhantes. Estudos tem demonstrado que maior dose de adubos orgânicos tem proporcionado maior crescimento de plantas de hortelã. Chagas et al. (2011a) afirmam que os trabalhos com adubação orgânica tem mostrado que em solos mais adubados, tem se obtido maiores acúmulo de MSPA.

Os resultados de MSF e MSPA foram observados no crescimento em altura das plantas de hortelã peluda adubadas com Bokashi+FOMN (15 e 20 g/vaso) e EL-Bokashi (20 g/vaso), que cresceram mais em altura (Tabela 2), com média de 73 cm, e diferenciou significativamente dos demais tratamentos. Assim como apresentaram maior número de brotação (Figura 1), as plantas adubadas com Bokashi+FOMN (25 g/vaso) e EL-Bokashi (15 e 20 g/vaso), com média de 7 brotos por vaso, e diferenciou significativamente dos demais tratamentos. As plantas adubadas com Bokashi+FOMN (15, 20 e 25 g/vaso) e EL-Bokashi (10, 15 e 20 g/vaso) apresentaram maior diâmetro de colo, com média de 4,5 mm por broto, e diferenciou significativamente das plantas adubadas com FOMN.

Figura 1 – Plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh., adubadas com El-Bokashi e Fertilizante Organo Mineral Natural, aos 40 DAT (A) e aos 80 DAT (B), cultivadas em casa de vegetação.



Legenda: DAT é dias após o transplante. Foto: Iberê Martí

O Bokashi é um composto orgânico, produzido com diferentes fontes de material orgânico, o que possibilita maior quantidade e diversidade de macro e micronutrientes. Estes

componentes são submetidos à ação de acelerador de compostagem (EM), que realizam uma fermentação predominantemente láctica (Boechat et al., 2013). Os microrganismos contidos no Bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando nutrientes em substâncias solúveis e assimiláveis pelas plantas (Ferreira et al., 2013). Em estudo com adubo Bokashi, Sahain et al. (2007) e Boechat et al., (2013), relataram efeitos positivos de deste composto na mineralização de nitrogênio, que provavelmente esta relacionada a maior crescimento em altura, brotações e diâmetro de colo das plantas de hortelã peluda.

As plantas adubadas com Bokashi+FOMN (15 g/vaso) apresentaram maior produção de matéria seca das raízes (Tabela 2), com média de 4,8 g por planta<sup>-1</sup>, e diferenciou significativamente dos demais tratamentos. Para a área foliar específica não houve diferença entre os tratamentos, com uma média de 0,8 dm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> por folha. As plantas de hortelã peluda adubadas com FOMN apresentou uma RR/PA de 0,6 g<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>, aos 80 DAT (Tabela 2), diferiu significativamente dos demais tratamentos.

As plantas adubadas com FOMN (30 g/vaso) promoveu um maior teor de OE por matéria seca das folhas (0,44 % por g<sup>-1</sup>), e diferiu significativamente dos demais tratamentos. No entanto, as plantas adubadas com Bokashi+FOMN (15, 20 e 25 g/vaso) proporcionou maior produção de MSPA, que proporcionalmente compensa a menor quantidade de OE (em média de 0,37 % por g<sup>-1</sup>), e, portanto é a dose recomendada para produção de OE em hortelã peluda. O OE de hortelã peluda varia de acordo com a época de colheita, com rendimento médio em teor de 0,20 % (Garzoli et al., 2015).

A formulação do FOMN tem diferentes fontes de nutrientes orgânicas e inorgânicas, e como característica específica da sua composição a presença de GBM, que é um biocatalizador natural composto de mais de 40 marco e micronutrientes, e rico em Cálcio e Magnésio, e na sua composição contém diversos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). A utilização de GBM provavelmente pode ser uma alternativa para aumentar a produção de OE em plantas medicinais. Portanto é necessária a realização de novos estudos com outras espécies, para conferir se haverá a mesma interação apresentadas neste estudo para a hortelã peluda.

Tendo em vista que em grande parte as plantas medicinais são de importante uso e cultivo por Agricultores Familiares e que é possível fazer cultivo dos EM caseiro e o composto Bokashi com matéria orgânica disponível em cada região, a adubação com

compostos orgânicos EL-Bokashi podem ser uma forma viável de incremento da produção de plantas medicinais e OE de hortelã peluda e outras espécies de *Mentha* sp. Assim como o uso de FOMN e GBM devido ao seu baixo custo.

## CONCLUSÃO

A adubação com composto orgânico EL-Bokashi (20 g/vaso) promoveu maior crescimento e acúmulo em biomassa seca nas plantas de hortelã peluda, comparado às outras doses do mesmo composto.

O adubo FOMN (30 g/vaso) proporcionou maior rendimento em teor de OE em plantas de *M. suaveolens*.

O adubo EL-Bokashi (15 g/vaso) + FOMN (15 g/vaso) proporcionou maior rendimento de MSF nas plantas, que proporcionalmente compensa a menor teor de OE, e portanto é a dose recomendada para produção de OE em hortelã peluda.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecer a FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos, as agências de fomento CNPq e CAPES. A empresa Korin Meio Ambiente e a CERES Tecnologia Agrícola pelo fornecimento dos produtos. E ao Horto de Plantas Medicinais (DAG) e ao Setor de Fisiologia Vegetal (DBI) da UFLA, pela infraestrutura e logística disponibilizada.

## REFERÊNCIAS

ARBOS, K. A. et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501–506, jun. 2010.



AMARO H.T.R, SILVEIRA J.R, DAVID A.M.S DE S, RESENDE M.A.V DE, ANDRADE J.A.S. Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da hortelã (*Mentha arvensis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 3, p. 313–318, 2013.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.C.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, p.588-94, 2009.

BOECHAT, C.L.; SANTOS, J.A.G.; ACCIOLY, A.M.A. Mineralização líquida de nitrogênio e mudanças químicas no solo com a aplicação de resíduos orgânicos com 'Composto Fermentado Bokashi'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 257-264, 2013 .

CHAGAS, J. H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SANTOS F.M.; BOTREL, P.P.; PINTO, L.B.B. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 412–417, 2011a.

CHAGAS, J. H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SANTOS F.M. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 327–334, 2011b.

COSTA, A.C. et al. Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

COSTA, A.G. et al . Biomass production, yield and chemical composition of peppermint essential oil using different organic fertilizer sources. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 202-210, 2013.

DERWICH, E.; BENZIANE, Z.; TAOUIL, R.; SENHAJI, O.; TOUZANI, M. Comparative essential oil composition of leaves of *Mentha rotundifolia* and *Mentha pulegium* a traditional herbal medicine in Morocco. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 47-54, 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, S.; SOUZA, R.J.; GOMES, L.A.A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, caderno II, p.31-38, 2013.

FERREIRA, T.A.; COSTA e SILVA, E.H.; RIBEIRO, M.M.C.; CAHVVES, P.P.N.; NASCIMENTO, I.R. Acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Verde**, v. 7, n.5, p.41-45, 2012.

GARZOLI, S. et al. Multidisciplinary approach to determine the optimal time and period for extracting the essential oil from *mentha suaveolens* ehrh. **Molecules**, v. 20, n. 6, p. 9640-9655, 2015.

HAFLE, O.M.; SANTOS, V.A.; RAMOS, J.D.; CRUZ, M.C.M.; MELO, P.C. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

LUCCHESI, A.A. **Utilização prática da análise de crescimento vegetal.** Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 41, n. 1, 1984.

MELO, A.A.M.; ALVARENGA, A.A. Sombreamento de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don “Pacífica White” por malhas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 514–520, 2009.

MELO, P.C.; FURTINI NETO, A.E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; MARQUES, V.B.; ARAÚJO, N.A.; MELO, P.C. Growth of red pitaya with organic fertilizer and calcified seaweed. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 5, p. 785-788, 2011 .

PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M.F.S.P. **Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos.** In: Tópicos em Ciências Agrárias - Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. p. 37-53.

SAHAIN, M. F. M. et al. Effect of some biostimulant on growth and fruiting of Anna apple trees in newly reclaimed areas. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 3, n. 5, p. 422-429, 2007.