



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

**FATORES ABIÓTICOS NA BIOMASSA, TEOR E QUALIDADE DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

FORTALEZA  
2017

HERNANDES RUFINO DOS SANTOS

**FATORES ABIÓTICOS NA BIOMASSA, TEOR E QUALIDADE DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura

Orientador: Prof. Dr. Renato Innecco.

FORTALEZA  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S235f Santos, Hernandes Rufino dos.  
Fatores abióticos na biomassa, teor e qualidade do óleo essencial de manjeriçõ / Hernandes Rufino dos Santos. – 2017.  
91 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Renato Innecco.
1. Ocimum basilicum L. . 2. Estresse. 3. Compostos secundários. 4. Cromatografia. I. Título.  
CDD 630
-

HERNANDES RUFINO DOS SANTOS

**FATORES ABIÓTICOS NA BIOMASSA, TEOR E QUALIDADE DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura

Orientador: Prof. Dr. Renato Innecco.

APROVADA EM: 17/02/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Innecco (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Cláudia Araújo Marco (Co-Orientadora)  
Universidade Federal do Cariri

Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho  
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra  
Universidade Federal do Ceará

Resq. Dra. Aurilene Araújo Vasconcelos  
Universidade Federal do Ceará

A Deus.  
A minha avó (Maria Jardimina) e mãe, (Maria Tereza).

## AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem devo minha existência, vitórias e conquistas alcançadas nessa vida.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor orientador Dr. Renato Innecco pela paciência, compreensão, orientação e oportunidades que proporcionou.

À professora Dra. Cláudia Araújo Marco pela atenção, colaboração, aconselhamentos constantes e sábias palavras.

Ao professor Dr. Sebastião Medeiros Filho pelas palavras de incentivo e disposição de sempre ajudar.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela valiosa contribuição e ensinamentos durante as disciplinas cursadas (Faniel Pereira, Joaquim Enéias, Enéias Gomes, Márcio Cleber, Marcos Esmeraldo, Alek Sandro, Raquel Miranda, Tarquínio Prisco, José Emilson, Patrik Luiz Pastori e Marcelo de Almeida).

Aos companheiros de curso, que são tantos, por tantas horas de estudo, trabalho e dedicação juntos.

À Embrapa Agroindústria Tropical, em especial ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita e Laboratório de Química de Produtos Naturais pelas instalações concedidas.

Aos pesquisadores Dr. Ebenézer Oliveira e Silva e Dr. Guilherme Zoocolo da Embrapa Agroindústria Tropical.

Às técnicas de Laboratório Márcia Régia e Tigressa Rodrigues da Embrapa Agroindústria Tropical.

À Universidade Federal do Cariri, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade na disponibilidade de área e laboratórios para realização dos experimentos.

À Universidade Regional do Cariri, especialmente ao Laboratório de Pesquisas de Produtos Naturais em nome do professor Dr. José Galberto Martins da Costa.

Aos alunos de Graduação em agronomia Toshik Iarley da Silva, Antônio Erivando Bezerra, Antônio Carlos Leite, Antônio Neto Pinheiro, Jonhy de Souza, pela ajuda valiosa nesse trabalho.

Ao meu irmão Thiago Rufino dos Santos, minha amiga Josyelem Tiburtino e Tainá Macedo pela ajuda na implantação, identificação de compostos químicos, correções e tradução respectivamente.

Ao amigo Alisson Simplício, pela presença constante no dia-a-dia com sua ajuda e incentivo.

Ao Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos (IPeFarM) da Universidade Federal da Paraíba.

Ao professor Dr. Josean Fechine Tavares do Centro de Ciências da Saúde, do Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPB pela ajuda valiosa na identificação dos constituintes químicos.

Enfim, o meu reconhecimento e a minha gratidão a todos aqueles que direto ou indiretamente, de alguma forma, auxiliaram na realização deste trabalho e não foram citados.

Eu sou parte de uma equipe. Então, quando venço, não sou eu apenas quem vence. De certa forma, termino o trabalho de um grupo enorme de pessoas.

(Ayrton Senna)

## RESUMO

O manjericão foi selecionado e melhorado para diferentes finalidades, como à culinária, ornamentação e a produção do óleo essencial. Variedades de manjericões têm altos teores de linalol e 1,8-cineol na sua composição, extraídos principalmente de suas folhas. O Brasil apresenta regiões com grande potencial e características edafoclimáticas específicas, que podem influenciar no desenvolvimento e adaptação das espécies medicinais ou aromáticas. Assim, o cultivo dessas plantas em áreas com características peculiares deve estar dentro dos padrões ideais para cada espécie a ser explorada, buscando melhorar a quantidade e qualidade da matéria prima. Antes de implantar um cultivo em escala comercial, torna-se necessário conhecer o comportamento da cultura com relação aos efeitos bióticos e abióticos da região. Estudos em óleo essencial mostram-se importantes com relação à demanda por produtos naturais, uma vez que seus princípios ativos combatem uma série de enfermidades que afetam plantas, animais e seres humanos. A composição química do óleo essencial é influenciada principalmente por fatores abióticos, que representa uma interação entre as plantas e o ambiente. Dependendo das condições, a biossíntese de vários compostos pode aumentar ou diminuir, dentre estas interações está a competição entre plantas, estágio de desenvolvimento, idade, nutrição, temperatura, luminosidade, déficit de água, época e horário de colheita. Considerando a escassez de informações sobre a cultura e seus compostos secundários e técnicas de cultivos para incrementar seu óleo essencial, objetivou-se investigar o efeito do estresse por fatores abióticos em manjericão cultivado no Cariri cearense na quantidade e no teor dos princípios ativos de seu óleo essencial, bem como na produção de biomassa.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L. Estresse. Compostos secundários. Cromatografia.

## ABSTRACT

Basil was selected and improved to many different purposes, as the cooking, ornamentation and essential oil production. Basil varieties has high contents of linalool na 1,8-cineole in its composition, extracted mainly from its leaves. Brazil presents areas with great potential and specific soil and climate characteristics, which may influence in development and adaptation of the medicinal or aromatic species. Thereby, cultivation of these plants in areas with peculiar characteristics must be in the ideal patterns to each specie explored, looking for improving quality and quantity of the raw material. Before to implant a cultivation in comercial scale, becomes necessary to know the culture behavior about the biotics and abiotics effects of the region studies in essential oil has been shown important regarding the demand by natural products, once its active principles combat a serie of diseases that affect plants, animals and human. The chemical composition of the essential oil is influenced mainly by abiotic factors, that represent a interaction between the plants and the environment. Depending on the conditions, the biosynthesis of many compounds may increase or decrease, among this interactions is the competition between plants, development stage, age, nutrition, temperature, luminosity, water deficit, harvest season and time. Considering the scacity of information about the culture and its secondary compound and cultivation techniques to increase its oil essential, it was objected to investigate the stress efect by abiotic factors in basil cultivated in Cariri cearence on quantity And the content of the active principles of its essential oil, as well as in the production of biomass.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L. Stress. Secondary compounds. Chromatography.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Prováveis rotas de síntese dos principais produtos do metabolismo secundário das plantas. ....21
- Figura 2** - Mapa de localização da região onde foi conduzido o trabalho com a cultura do manjericão. UFCA. Crato, 2015.....39
- Figura 3** - Massa fresca de parte aérea (MFPA) de plantas de manjericão submetidas a sombreamento (A) e adubação (B). UFCA. Crato, 2015. ....45
- Figura 4** - Massa seca de parte aérea (MSPA) de plantas de manjericão submetidas a sombreamento (A) e adubação (B). UFCA. Crato, 2015. ....46
- Figura 5** - Valores médios da altura de planta (cm) de manjericão colhido em estádios distintos, vegetativo e reprodutivo. UFCA. Crato, 2015. ....62
- Figura 6** - Valores médios da massa fresca de parte aérea (g) de plantas de manjericão colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015. ....63
- Figura 7** - Valores médios da massa seca de parte aérea (g) de plantas de manjericão colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015.....64
- Figura 8** - Valores médios de rendimento de massa fresca de parte aérea (t/ha) de plantas de manjericão colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015.....64
- Figura 9** - Massa seca de raiz (g) de plantas de manjericão colhida em dois estádios, em diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.....65
- Figura 10** - Teor de óleo essencial (%) de plantas de manjericão submetidas a diferentes estádios de colheita e espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.....66
- Figura 11** - Confecção de lisímetro de drenagem para o cultivo de manjericão que foi implantado na UFCA. Crato, 2015. ....75
- Figura 12** - Evaporação, evapotranspiração para a cultura do manjericão de duas cultivares (Basilicão e Grecco a Palla). UFCA. Crato, 2015. ....81
- Figura 13** - Variação da temperatura máxima, mínima e da evapotranspiração da cultivar Basilicão e Grecco a Palla, durante o período de cultivo. UFCA. Crato, 2015. 82
- Figura 14** - Evapotranspiração da cultura (ETc) para a cultivar Basilicão, Grecco a Palla e evapotranspiração de referência (Eto) durante o período de cultivo. UFCA. Crato, 2015. ....83
- Figura 15** - Kc observado diariamente para a cultura do manjericão (Basilicão e Grecco a Palla). UFCA. Crato, 2015. ....83

<b>Figura 16</b> - Lâminas de irrigação e altura de plantas, em cultivares de manjeriçãõ. UFCA. Crato, 2015.....	86
<b>Figura 17</b> - Lâminas de irrigação e massa fresca de parte aérea (MFPA) em cultivares de manjeriçãõ. UFCA. Crato, 2015.....	87
<b>Figura 18</b> - Lâminas de irrigação e teor de óleo essencial de cultivares em manjeriçãõ. UFCA. Crato, 2015.....	87
<b>Figura 19</b> - Cromatograma do óleo essencial de plantas de manjeriçãõ obtido através de CG-MS, mostrando os picos gerados pelos seus constituintes químicos. ....	88

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características químicas do solo da área experimental onde foi implantado o ensaio. UFCA. Crato, 2015. ....	40
<b>Tabela 2</b> - Análise de variância da Altura de planta (ALT); Diâmetro de copa (DIAM); massa fresca de parte aérea (MFPA); massa seca de parte aérea (MSPA); massa fresca de raiz (MFR); massa seca de raiz (MSR); comprimento de raiz (CR) e teor do óleo essencial (TOE) de manjeriço, produzido em diferentes adubações e sombreamentos. UFCA. Crato, 2015.....	43
<b>Tabela 3</b> - Altura (ALT) e diâmetro de copa (DIAM) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015. ....	44
<b>Tabela 4</b> - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015. ....	47
<b>Tabela 5</b> - Teor de óleo essencial % (TOE) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015. ....	47
<b>Tabela 6</b> - Porcentagens relativas dos compostos presentes no óleo essencial de plantas de manjeriço ( <i>O. basilicum</i> L.) cultivadas e submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015. ....	49
<b>Tabela 7</b> - Características químicas do solo da área onde foi implantado o experimento. UFCA. Crato, 2015.....	59
<b>Tabela 8</b> - Resumo da análise de variância das características avaliadas no experimento: altura de planta (ALT); diâmetro de copa (DIAM); massa fresca de parte aérea (MFPA); massa seca de parte aérea (MSPA); massa fresca de raiz (MFR); massa seca de raiz (MSR); comprimento de raiz (CR) e teor do óleo essencial (TOE) de manjeriço, colhidos em dois estádios e diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015. ....	61
<b>Tabela 9</b> - Comprimento de raiz (cm) de plantas de manjeriço colhida em dois estádios em diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.....	65
<b>Tabela 10</b> - Porcentagens relativas dos compostos presentes no óleo essencial de plantas de manjeriço ( <i>O. basilicum</i> L.) cultivadas e submetidas a colheita em diferentes estádios e espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.....	67
<b>Tabela 11</b> - Características químicas do solo que foi utilizado para enchimento dos vasos para o experimento implantado na UFCA. Crato, 2015. ....	76
<b>Tabela 12</b> - Valores de evapotranspiração máxima (ET <sub>x</sub> ) e evapotranspiração real (ET <sub>a</sub> ), produtividades máximas (Y <sub>x</sub> ) e produtividades reais (Y <sub>a</sub> ) e fator de resposta de produção (K <sub>y</sub> ) que representa o efeito que uma redução da evapotranspiração tem nas perdas de produtividade. UFCA. Crato, 2015.....	85

**Tabela 13** - Porcentagens relativas dos compostos presentes no óleo essencial de plantas de manjeriço (*O. basilicum*L.) cultivadas sobre diferentes lâminas de irrigação. UFCA. Crato, 2015. ....89

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	18
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
2.1 Generalidades sobre manjeriço .....	20
2.2 Metabolismo secundário.....	21
2.3 Óleo essencial .....	22
2.4 Extração de óleo essencial.....	24
2.5.1 Adubação orgânica e mineral .....	25
2.5.2 Sombreamento .....	26
2.5.3 Espaçamento.....	26
2.5.4 Irrigação.....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

### **CAPITULO I - BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO CV. GRECCO A PALLA SUBMETIDO A DIFERENTES SOMBREAMENTOS E ADUBAÇÕES**

<b>RESUMO</b> .....	36
<b>ABSTRACT</b> .....	37
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	38
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
2.1 Localização da área experimental.....	39
2.2 Caracterização climática da região .....	39
2.3 Classificação do solo da área de estudo.....	40
2.4 Descrição e Caracterização do experimento.....	40
2.4.1 Delineamento experimental .....	40
2.4.2 Material utilizado .....	40
2.4.3 Implantação e condução do experimento .....	41
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	51
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52

## CAPITULO II - BIOMASSA DE MANJERICÃO E TEOR DO ÓLEO ESSENCIAL EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE COLHEITA E ESPAÇAMENTO

<b>RESUMO</b> .....	56
<b>ABSTRACT</b> .....	57
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	58
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	59
2.1 Delineamento experimental.....	59
2.2 Material utilizado.....	59
2.3 Implantação e condução do experimento .....	60
2.4 Variáveis .....	60
2.5 Análise estatística .....	60
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	61
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	68
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	69

## CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA BIOMASSA, TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO

<b>RESUMO</b> .....	72
<b>ABSTRACT</b> .....	73
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	74
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	75
2.1 Material para propagação .....	75
2.2 Procedimentos para confecção dos vasos para lisimetria.....	75
2.3 Delineamento experimental.....	76
2.4 Implantação e condução do experimento .....	76
2.5 Variáveis analisadas .....	77
2.5.1 <i>Calcular a evaporação ou evapotranspiração da cultura</i> .....	77
2.5.2 <i>Coefficiente cultural</i> .....	78
2.5.3 <i>Fator de resposta de produção (Ky)</i> .....	79
2.5.4 <i>Crescimento vegetativo</i> .....	80
2.6 Análise estatística .....	80
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	81
3.1 Evaporação e Evapotranspiração.....	81

3.2 Fator de resposta de produção (Ky).....	84
3.3 Crescimento vegetativo .....	85
4 <b>CONCLUSÕES</b> .....	90
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) ao longo dos anos foi selecionado e melhorado para diferentes finalidades. Entre elas, destinados à culinária, ornamentação e a produção do óleo essencial. Para a produção do óleo, tem-se diversas variedades de manjericões verdes, com altos teores de linalol e 1,8-cineol. Todas essas plantas selecionadas ao longo de muitos anos geraram os diversos tipos de constituintes presentes na espécie (VIEIRA; SIMON, 2000).

Os constituintes do óleo essencial são substâncias complexas, voláteis, lipofílicas, que geralmente apresentam odor agradável e marcante, constituídos em grande parte por moléculas de natureza terpênica e são extraídas de partes vegetativas específicas (MORAIS, 2009).

O Brasil apresenta grandes extensões territoriais, com características edafoclimáticas específico para cada região, que podem influenciar de modo positivo ou negativo no desenvolvimento e adaptação das espécies nativas ou introduzidas, mesmo que as condições sejam semelhantes ao local de origem (BLANK *et al.*, 2005).

Assim, o cultivo de plantas aromáticas e/ou medicinais, em áreas com características peculiares deve estar dentro dos padrões agrônômicos ideais para cada espécie a ser explorada, visando melhorar a produtividade e a qualidade da matéria prima de forma a garantir a qualidade do seu óleo essencial.

Antes de implantar um cultivo em grande escala, torna-se necessário conhecer o comportamento da cultura com relação aos efeitos bióticos e abióticos da região de plantio, que são responsáveis pelo desenvolvimento da planta (BLANK *et al.*, 2005).

A limitação de conhecimentos tecnológicos de todas as etapas necessárias para desenvolvimento levará, provavelmente, à baixa qualidade do material vegetativo, biomassa, teor e rendimento dos principais constituintes químicos do óleo essencial.

Estudos agrônômicos focados em óleo essencial mostram-se importante fase à crescente demanda por produtos naturais dessa natureza, uma vez que seus princípios ativos combatem uma série de doenças, que direta ou indiretamente afetam plantas, animais e o homem. Estima-se que 25% das substâncias utilizadas como medicamento são originados das plantas, ou seja, 44% de todas as drogas têm como base os vegetais (HOSTETTMAN; MARSTON, 2007).

À Associação Brasileira de Fitoterapia (ABFIT), estima que o mercado de fitoterápicos cresceu 10% ao ano. Só no período de 2008 a 2011 esses valores dobraram, chegando a um crescimento acima de 20 %, com um valor de US\$ 1 bilhão de dólares.

A composição química do óleo essencial de manjeriço é influenciada por fatores abióticos, representando uma interação entre as plantas e o ambiente. Dependendo das condições o ambiente ocasiona a biossíntese de vários compostos, dentre estes as interações entre as próprias plantas, estágio de desenvolvimento, idade e outros fatores como, nutrição, temperatura, luminosidade, déficit de água, época e horário de colheita, bem como técnicas de pós - colheita (MORAIS, 2009).

Considerando poucas informações sobre a cultura e seus compostos secundários presentes nas mesmas, e técnicas de cultivos para incrementar seu óleo essencial, o presente trabalho, objetivou investigar o efeito do estresse abiótico em manjeriço cultivado no Cariri cearense sobre quantidade e teor dos princípios ativos de seu óleo essencial, bem com na produção de biomassa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Generalidades sobre manjeriço

A família Lamiaceae, a qual pertence o manjeriço, tem uma ampla distribuição e são encontradas com maior abundância nas regiões montanhosas e tropicais, no Mediterrâneo e Oriente Médio (JUDD *et al.*, 2002).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2005) o manjeriço é uma planta muito cultivada na Índia e recebe várias denominações como: basílico, manjeriço comum, alfavaca-cheirosa e alfavaca. Originária do continente Asiático de clima tropical foi trazida para o Brasil pelos imigrantes italianos que colonizaram a região Sul, onde passou a ser cultivada e expandida para quase todo o território nacional, em pequenos espaços para uso medicinal e condimentar, sendo comercializado junto com outras hortaliças de forma fresca em mercados e feiras locais.

Devido ao seu valor na composição e teor de óleo essencial é usado em larga escala na culinária, indústria, medicina tradicional e na fitoterápica (SILVA *et al.*, 2005).

É uma espécie que possui porte ereto, subarborescente, anual, produz muitos ramos, tem uma altura média de 30 a 50 cm, possuem folhas membranáceas simples com 4 a 7 cm de comprimento, nervuras salientes, margens onduladas, flores brancas, reunidas em racemos terminais curtos (BLANK *et al.*, 2005).

A quantidade de cortes ou colheitas durante seu ciclo de vida depende da região de plantio, em locais que tem alta pluviosidade pode fazer-se mais de um corte. Na região Nordeste do Brasil o Estado de Sergipe detém condições favoráveis para que tenha um cultivo perene, com boas condições climáticas, podendo realizar mais de um corte por ano (BLANK *et al.*, 2005).

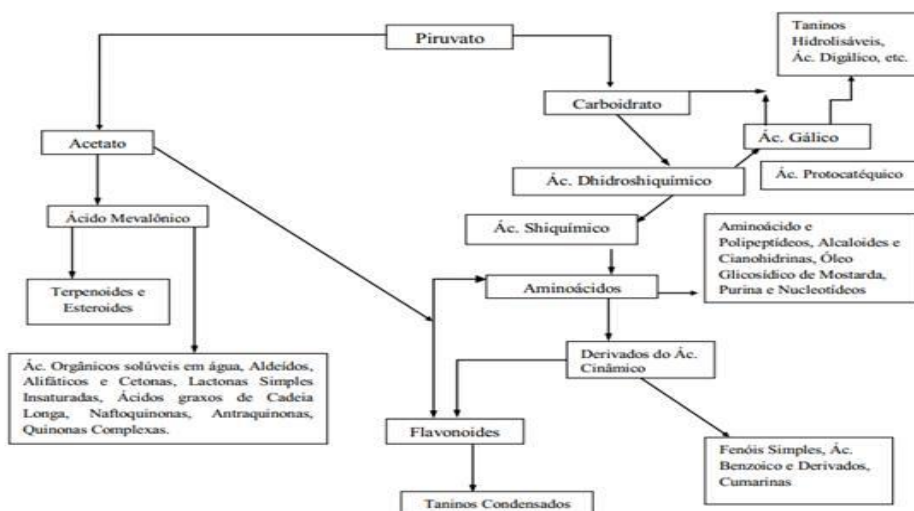
Compondo grande número de ervas medicinais e aromáticas no Brasil, o manjeriço possui importância econômica, sendo consumido tanto in natura pelas famílias no dia a dia, como utilizado em processamento industrial. Seus derivados de óleo essencial são muito apreciados na aromatização de alimentos, bebidas e na culinária, usado também na indústria de perfumaria e cosmético. Somando a todas essas finalidades, apresenta propriedades antimicrobianas, repelentes, inseticidas e conservação de grãos armazenados (FERNANDES, 2004).

## 2.2 Metabolismo secundário

O metabolismo secundário está envolvido em diversas reações químicas que ocorrem dentro da célula vegetal, as quais são direcionadas por enzimas específicas para cada reação, constituindo as rotas metabólicas das plantas. Os produtos químicos que são formados, transformados ou degradados, atuam no aproveitamento de micro e macronutrientes (SANTOS 1999).

Esse termo secundário está relacionado a compostos que não seguem a rota dos metabólitos principais da planta, devido à função secundária que exerce nos vegetais (AIRES, 2007). Entende-se que os metabólitos secundários agem diretamente nos mecanismos que auxiliam as plantas no estabelecimento e adaptação nos ecossistemas que estão inseridas. Alves (2002) relata em seus estudos que os produtos do metabolismo secundário podem ser biomoléculas e os aleloquímicos.

Figura 1 - Prováveis rotas de síntese dos principais produtos do metabolismo secundário das plantas.



Fonte: Rezende *et al.* (2003).

Embora poucos estudos afirmem como os aleloquímicos são formados nas células, é provável que esses produtos sejam sintetizados a partir da rota do ácido chiquímico, acetato – mevalonato ou a combinação dessas duas rotas biossintéticas (SOUSA FILHO *et al.*, 2003; ALVES, 2002).

Segundo Veloso *et al.* (2014), a predominância do fenilpropanóide cinamato de metila em plantas de manjeriço é uma transferência dos metabólitos primários da

rota do ácido mevalônico para a rota do ácido chiquímico, essa suposição é verificada pela presença de terpênicos: linalol, estragol e 1,8-cineol como substâncias majoritárias. A rota do ácido mevalônico tem origem no grupo dos terpenos que constituem o principal grupo de compostos secundários das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Origem biosintética derivado do isopreno, que está agrupada em monoterpenos e sesquiterpenos. Aproximadamente 140 componentes no óleo de manjeriço são conhecidos, representando por 17 monoterpenos hidrocarbonetos, 38 monoterpenos oxigenados, 44 sesquiterpenos hidrocarboneto, 16 sesquiterpenos oxigenados e 10 compostos aromáticos (HILTUNEN; HOLM, 1999).

### 2.3 Óleo essencial

Os óleos essenciais são compostos por misturas complexas de substâncias voláteis, geralmente odoríferas, líquidas, lipofílicas e farmacologicamente ativas, também conhecidos como etéreos ou óleos voláteis, a maioria possui cheiro agradável e intenso por sua elevada concentração (SIMÕES, 2004).

A produção de óleo essencial tem variação enorme, entre as mais diversas espécies de plantas medicinais, podendo compor de 0,05% a 10% do peso total da planta (TRENTINI; TESKE, 2001). Além da espécie, outros fatores como condições ambientais, estágio fenológico, parte da planta coletada, fertilidade do solo onde se desenvolve o vegetal, podem influenciar a produção e composição do óleo essencial, podendo ocorrer modificações na quantidade e/ou qualidade dos mesmos, extraídos de uma mesma espécie de planta (TEIXEIRA; TEUSCHER, 1990).

Na presença de luz e elevada umidade do ar os óleos essenciais são instáveis e muito voláteis (MATOS; FERNANDES, 1978; SIMÕES *et al.*, 1999). Quimicamente, a maioria é constituída de derivados dos fenilpropanóides e terpenóides, sendo este último o mais importante, constituído por uma cadeia que tem de dez a vinte carbonos (SIMÕES, 2004), cujos pesos moleculares não são demasiadamente elevados como os monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenos (CHAAR, 2000).

Na mistura extraída, os compostos apresentam-se em diferentes concentrações, um ou dois compostos são constituinte majoritário, existindo outros em menores concentrações, às vezes até mais de 100 compostos são identificados (SIMÕES, 2004).

Análise química do óleo essencial demonstrou a presença de metil-chavicol, eugenol, timol, cineol, linalol e ainda outros compostos como cânfora, pireno, saponinas, taninos e flavonóides (LORENZI; MATOS, 2002).

Inúmeras plantas medicinais caracterizam-se também por sua atividade biológica, produzindo óleo essencial que estão relacionados com as diversas funções vitais da planta, necessárias à sua sobrevivência. Muitas sintetizam e emitem inúmeras substâncias com a finalidade de atrair seres polinizadores (SIQUI *et al.*, 2000).

A separação dos constituintes de óleos essenciais é feita por cromatografia de alto desempenho. A identificação cromatográfica envolve o uso de técnicas de espectrofotometria de massas. A identificação é feita através de protocolos quase sempre conseguida através de processo automático, usando um computador com banco de dados que contém as informações existentes na literatura para um grande número de substâncias conhecidas (CRAVEIRO *et al.*, 1981).

Trabalhos desenvolvidos com manjeriço na composição e identificação do óleo essencial encontraram como os principais constituintes majoritários metil linalol, geranial, chavicol e estragol (SAJJADI, 2006; OTTAI *et al.*, 2012). Já para González-Zúñiga *et al.* (2011), encontraram principalmente na constituição química cinamato de metila e o linalol.

Para Veloso *et al.* (2014), trabalhando com quatro acessos silvestres e duas cultivares comerciais de manjeriço, observaram que os maiores valores no teor de óleo essencial foram obtidos com a: cultivar Maria bonita (3,77%) e na cultivar de manjeriço roxo (3,15%), e o menor valor para o acesso GUR (1,52%), permitindo uma projeção de produção de 438,19 kg ha<sup>-1</sup> de óleo para a cultivar com maior rendimento.

Quatro acessos de manjeriço foram avaliados (NSL 6421-S3-Bulk 14, PI 197442-S3-Bulk 3, PI 197442-S3-Bulk 5, PI 197442-S3-Bulk 8) e duas cultivares utilizadas como testemunha (Genovese e Osmin Purple) obtiveram 4,36% de óleo essencial para os quatro acessos, demonstrando ser bem mais produtiva do que a testemunha Genovese (1,22%) e Osmin Purple (1,31%) (BLANK *et al.*, 2010).

Quanto a constituição dos óleos essenciais, foram identificados 39 constituintes do óleo essencial no manjeriço, sendo dois constituintes majoritários presentes de maior importância, linalol e fenilpropanóides ((E)-cinamato de metila) (VELOSO *et al.*, 2014).

Altos teores de eugenol (37-39%) e 1,8-cineol (18-21%) foram obtidos no óleo de *Ocimum selloie* Benth, altos teores de metil chavicol (46-63%) e linalol (24-

33%) foram encontrados no óleo essencial de *Ocimum canum* Sims naturais da Bahia (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Sendo o linalol o componente majoritário no óleo essencial do gênero *Ocimum* e que apresenta maior teor em *O. basilicum* (HILTUNEN, HOLM, 1999). Outro componente do óleo essencial de acordo com Simon *et al.* (1999), o 1,8-Cineol é mais conhecido e tem elevadas concentrações em *Eucalyptus* spp., mas, para *O. basilicum* apresenta quantidades reduzidas abaixo de 15%, quando comparado com outras espécies do gênero: *O. gratissimum* apresenta concentrações de 12,0% e 40,2% em Madagascar e Taiwan respectivamente, enquanto que o *O. kilimandscharicum* apresenta 60% em sua composição.

## **2.4 Extração de óleo essencial**

Os óleos essenciais podem ser extraídos de formas diferentes, sendo que o processo de destilação é o mais utilizado no meio científico. Agrupa-se o termo destilação a um conjunto de três técnicas distintas, porém visando o mesmo princípio de extração: destilação a seco, hidrodestilação e destilação por arraste a vapor, e outros poucos usados para essa finalidade, extração por solventes e por fluido supercrítico (GROSSMAN, 2005).

A destilação via hidrodestilação e arraste a vapor, são técnicas que possibilitam a obtenção de um óleo com qualidade superior e livre de resíduos. No primeiro método o material permanece diretamente em contato com a água em ebulição, enquanto que por arraste a vapor a matéria prima é colocada sobre uma placa perfurada, a certa altura do fundo do extrator, evitando o contato direto com a água em ebulição ou ainda, pode-se introduzir vapor de água, gerado a partir de caldeiras ou autoclaves, em uma câmara de expansão no extrator (BORSATO *et al.*, 2008).

A hidrodestilação é o método mais utilizado, com o aparelho tipo Clevenger em laboratórios, devido ao fácil manuseio e baixa ebulição do material utilizado, resultando na formação de vapores que arrastam os compostos voláteis, os quais após condensação separam-se da fase aquosa por decantação. A composição dos óleos essenciais pode ser influenciada no processo pelo contato com a água, tempo de extração e velocidade de aquecimento (PRINS *et al.*, 2006).

## **2.5 Fatores abióticos que influênciam a produção de óleo essencial**

De acordo com Morais (2009), uma boa quantidade de plantas medicinais está relacionada com seu ambiente natural, com isso há uma forte interação com o meio, que por sua vez interfere no metabolismo secundário e como consequência o teor e composição de óleos essenciais. Segundo Matos (2000), diversos fatores podem alterar a quantidade e/ou qualidade do óleo essencial, como sombreamento, adubação que a planta foi submetida, o arranjo espacial a ser empregada para o plantio, época de colheita e lâmina de irrigação aplicada. Lambers *et al.* (2008) relata em seu trabalho que dentre os principais fatores do ambiente que interfere no crescimento e o desenvolvimento vegetativo destacam-se a disponibilidade de água, temperatura, radiação luminosa e nutrientes.

### 2.5.1 Adubação orgânica e mineral

De acordo com Box (1973) as plantas medicinais cultivadas com adubo orgânico são mais tolerantes ao ataque de pragas e doenças, reduzindo-se o gasto com controle fitossanitário.

Morais; Barbosa, (2012) em estudos com adubação orgânica com atoveran (*O. selloi* Benth.) apresentaram melhores resultados com o uso da cama de aviário (5 kg m<sup>-2</sup>) para a produção de biomassa, quando comparada aos demais tratamentos orgânicos (Fishfétil 5 mL m<sup>-2</sup>, composto orgânico (4 kg m<sup>-2</sup>).

Avaliando a resposta da adubação orgânica e mineral de chambá utilizou seis diferentes tratamentos (0; 10; 20; 30; 40 e 50 t.ha<sup>-1</sup>) de esterco bovino combinados com NPK na dosagem (0-0-0; 40-200-120; 80-400-240), Bezerra *et al.*, 2006 verificou que adubações orgânicas e minerais não influenciaram o crescimento e a produção de biomassa da planta, e o rendimento do óleo diminuiu quando foram aumentada as doses de adubos.

Outro estudo investigando cinco tipos de adubação (0,5 kg.m<sup>-2</sup> do adubo Hortosafra®; 1,0 kg.m<sup>-2</sup> de esterco de galinha; 0,8 kg.m<sup>-2</sup> de esterco de galinha + 0,1 kg.m<sup>-2</sup> do adubo Hortosafra®; 1,8 kg.m<sup>-2</sup> de esterco bovino; 1,4 kg.m<sup>-2</sup> de esterco bovino + 0,1 kg.m<sup>-2</sup> do adubo Hortosafra®), observou que o fertilizante Hortosafra® pode ser recomendado para a cv. Genovese, com ou sem adição de esterco de galinha ou bovino, sem afetar o rendimento de óleo essencial (BLANK *et al.*, 2005).

Estudos com dois genótipos (PI 197442-S3 e NSL 6421-S3) de manjeriço em cinco níveis de adubação com cama de frango, foi observado que as doses de cama de frango influenciaram o teor de linalol (LUZ *et al.*, 2009). Em outros experimentos usando doses diferentes de adubo orgânico organosuper foi constatado que para produção de biomassa de manjeriço não é necessário o uso, já para aumentar a produção de óleo, deve-se utilizar 25 t ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Para alguns estudos com manjeriço (*O. basilicum*) foi observado que à aplicação de adubo nitrogenado aumenta consideravelmente o rendimento de massa fresca, embora este efeito não se correlacione positivamente no aumento no teor de óleo essencial (DEY, CHOUDHURI, 1984; SILVA *et al.*, 2001).

### 2.5.2 Sombreamento

A maior produção de compostos secundários está relacionados os altos níveis de radiação solar, isto pode ser explicado considerando que as reações biossintéticas são dependentes do suprimento de esqueletos de carbonos, presentes no processo fotossintético da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em um trabalho com *Mentha suaveolens* foram detectadas diferenças entre mudas cultivadas em sombreamento, proporcionados por cultivo sob diferentes telas coloridas. Estas causaram alterações no crescimento da muda em altura e limbo foliar, porém não obteve diferença entre os tratamentos para a variável que quantificava os teores de óleo essencial (AMARAL, 2007). Outro ensaio cultivando *Melissa officinalis* L. foi contraditório, pois concluiu-se que condições de até 50% de sombreamento, favorece a produção da massa fresca, seca e teor de óleo essencial (MEIRE *et al.*, 2012).

Estudos com cultivo de plantas de hortelã-japonesa (CHAGAS *et al.*, 2013) e hortelã-pimenta (COSTA *et al.*, 2012) maior acúmulo de biomassa e rendimento de óleo essencial apresentaram melhores resultados quando submetidos a pleno sol.

### 2.5.3 Espaçamento

O espaçamento é um fator muito importante, que afetam o crescimento e o rendimento final do cultivo, que por sua vez depende da produtividade individual da planta e da população mantida por unidade de área (YADAVA, 2001).

Em diferentes arranjos espaciais e desenvolvimento temporal de plantios, as espécies podem apresentar mecanismos de compensação da produtividade, que ocorrem em função de modificações feitas na população de plantas em uma cultura (NASCIMENTO *et al.*, 2007). Além disso, o incremento da produtividade com o aumento na densidade populacional favorece a competição entre plantas, sendo o desenvolvimento prejudicado individualmente (MINAMI *et al.*, 1998).

O manjeriço é cultivado nos mais diversos recipientes ou mesmo no solo, podendo ser em vaso, canteiro, hidropônico ou consorciado com outras hortaliças. O plantio mais recomendado é feito em canteiros com duas ou três fileiras de plantas, com espaçamentos que depende da adubação e cultivar utilizada, sendo que podem variar de 0,30 m x 0,30 m até 0,50 m x 0,50 m (MINAMI *et al.*, 2007; JANNUZI, 2013).

Favorito *et al.* (2011) afirmam que o diâmetro da copa em plantio de manjeriço no espaçamento de 0,30 m somente foi superior ao espaçamento de 0,20 m, com a maior produção de massa fresca de folhas e produção de massa fresca da parte aérea por área observada no espaçamento de 0,10 m entre plantas. Os mesmo autores concluem que o desenvolvimento de plantas em ambiente de competição causa um efeito de sombreamento, que ocorre entre linhas e dentro da fileira de plantas, diminuindo assim o nível total de radiação solar recebida, influenciando na altura e área foliar, alterando a penetração de luz no dossel da planta.

Os menores espaçamentos podem resultar em menor aproveitamento dos recursos do meio ambiente e nutricional do solo, onde a planta não consegue expressar seu potencial genético (BIASI; DESHAMPS, 2009).

#### 2.5.4 Irrigação

Do ponto de vista agrônomo ainda são poucas as informações sobre o cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas quanto ao uso de técnicas de cultivo além do mais, poucos trabalhos são relacionados ao efeito do estresse hídrico em plantas medicinais (SCHEFER, 1992; SILVA *et al.*, 2002).

Quantidades insuficientes ou limitadas de água podem causar um efeito negativo no desenvolvimento das plantas. No entanto, o estresse hídrico moderadamente mostra-se positivo quanto ao acúmulo de metabolitos secundários em plantas medicinais (PALEVITCH, 1987). Em um trabalho com capim limão submetido a diferentes lâminas de irrigação constatou que o estresse hídrico mais acentuado (50%

da demanda com intervalo de irrigações de 7 dias), não gerou diferença no número de perfilhos, altura da planta, produtividade e matéria seca, mas proporcionou a maior produção do óleo essencial (PINTO *et al.*, 2014).

A avaliação da aplicação de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjericão (*O. basilicum* L.) revelou que todo o ciclo que as lâminas de irrigação testadas promoveram maior efeito nos resultados da terceira colheita (210 dias após o plantio). De acordo com o mesmo autor, nas condições testadas é viável utilizar irrigação e manter a lâmina entre 75 e 100% da evaporação do Tanque de Classe A (PRAVUSCHI *et al.*, 2007).

## REFERÊNCIAS

- AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras**. Brasília: UNB, 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado) Mestrado em Botânica, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2007.
- ALVES, M. C. **Potencial alelopático de extratos voláteis sobre a germinação de sementes e crescimento de raiz de plântulas de alface, picão – preto e carrapicho**. Fortaleza: UFC, 2002. 80 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- AMARAL, T. A. **Crescimento, características estruturais e teor de óleo essencial de *Mentha suaveolns* Ehrh., cultivada sob telas coloridas**. 2007. 67 p. (Dissertação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- BEZERRA, A. M. E; JÚNIOR, F. T. N.; LEAL, F. R.; CARNEIRO, J. G. M. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Ciência Agrônômica**, v.37, n.2, p.124-129, 2006.
- BIASI, L.A.; DESCHAMPS, C. Do cultivo à produção de óleo essencial. In: SOMMER, P. G. **Manual de plantas aromáticas**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda., 2009. p.100-103.
- BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK M. F., MANN, R. S.; BARRETO M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agrônômica**, V. 36, n. 2, p.175-180, 2005.
- BLANK, A.F.; SOUZA, E. M; PAULA, J. W. A.; ALVES, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjerição. **Horticultura Brasileira**. v. 28, n.3, p.305-310, 2010.
- BORSATO, A. V., DONI-FILHO L., CÔCCO L. C., PAGLIA E. C. Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.129 - 136, 2008.
- BOX, M. M. **Cultivo de Plantas Medicinales**. 2. ed., v.1, 1973. 418p.
- CHAAR, J. da S. **Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie *Anibaduckei* Kostermans**. São Carlos: USP. 2000. 150 p. Tese de Doutorado em Ciências (Química Analítica), 2000.

- CHAGAS, J. H. *et al.*, Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas foto conversoras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 297-203, 2013.
- COSTA, A. G. *et al.* Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 534-540, 2012.
- CRAVEIRO, A. A. *et al.* **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: UFC, 1981, 209 p.
- DEY, B.B., CHOUDHURI, M.A. Effect of application of NPK on the growth and yield of essential oil and eugenol in *Ocimum sanctum* L. **Pafai-Journal**, v.6, n.1, p.20-24, 1984.
- FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHINEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.582-586, 2011.
- FERNANDES, P. C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidropônica e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.260-264, 2004.
- GONZÁLEZ-ZÚÑIGA, J. A.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, H. M.; GONZÁLEZ-PALOMARES, S.; ROSALES REYES, T.; ANDRADE-GONZÁLEZ. Micro extracción en fase sólida de compuestos volátiles en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Acta Universitária**. v.21, n.1, p.17-22, 2011.
- GROSSMAN, L., **Óleos Essenciais na culinária, cosmética e saúde**, Editora Optionline, São Paulo, 2005. 301 p.
- HILTUNEN, R.; HOLM, Y. Essential oil of ocimum. In: Hiltunen, R. Holm, Y. **Basil The Genus ocimum**. Harwood academic publishers. 1999, 167 p.
- HOSTTMANN, K.; MARSTON, A. The Search for New Drugs from Higher Plants. **CHIMIA International Journal for Chemistry**. v.61, p.322-326, 2007.
- JANNUZI, H. Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal. 2013. 69 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília, 2013.

JUDD W, C. C; KELLOGG E.; STEVENS P.; DONOGHUE M. **Plantsystematics: a phylogenetic approach**. 2ª edição. Sinauer Associates, Inc. Sunderland. pp 466-468, 470-473, 2002.

LAMBERS, H; CHAPIN III, S. T.; PONS, T. J. **Plant Physiological Ecology**. New York: Springer-Verlag, 2008. 540 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odesa: PLANARUM, 2002. 544 p.

LUZ, J. M. Q; MORAIS T. P. S; BLANK A. F; SODRÉ A. C. B; OLIVEIRA G. S.. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.349-353, 2009.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais – guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Imprensa Universitária/UFC, 2000. 344 p.

MATOS, M. J. A.; FERNANDES, A. Relatórios de excursões do programa estudo químico de óleos essenciais de plantas nativas e cultivadas no nordeste 1975-1978. Convênio BNB-CNPq-UFC, Mimeografados, 1978.

MEIRA, M. R; MARTINS, E. R.; MANGANOTTI, S. A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, n.2, p.352-357, 2012.

MINAMI, K.; CARDOSO, A.I.I.; COSTA, F.; DUARTE, F.R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v.57, p.169-173, 1998.

MINAMI, K; SUGUINO, E.; MELLO, S. C.; WATANABE, A. T. **A cultura do manjeriço**. Série produtor rural nº 36, Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca e documentação, 2007.

MORAIS L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2 (Suplemento – CD Rom), 2009.

MORAIS, L. A. S.; BARBOSA, A. G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atroveran (*Ocimum selloi* Benth.). **Revista Plantas Medicinais**, v.14, n.esp., p.246-249, 2012.

NASCIMENTO, E. X.; MOTA, J. H.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.. Produção de biomassa de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e *Plantago major* L. em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.724-30, 2007.

NASCIMENTO, J. C.; BARBOSA, L. C. A.; PAULA, V. F.; DAVID, J. M.; FONTANA, R.; SILVA, L. A. M.; FRANÇA, R. S. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims. And *Ocimum selloi* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, n.3, p.787-799, 2011.

OTTAI, M.E.S.; SAYEDA S. A.; EL DIN, M. M. Genetic Variability Among Some Quantitative Characters, Insecticidal Activity and Essential Oil Composition of Two Egyptian and French Sweet Basil Varieties. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.6, n.3, p.185-192, 2012.

PALEVITCH, D. Recent advances in the cultivation of medicinal plants. **Acta Horticulturae**, v. 208, p. 29-35, 1987.

PINTO, D. A.; MANTOVANI E. C.; MELO, E. de C.; SEDIYAMA, G.C.; VIEIRA, G. H. S. Produtividade e qualidade do óleo essencial de capim-limão, *Cymbopogon citratus*, DC., submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.1, p.54-61, 2014.

PRAVUSHI, P. R.; RIGOLIN, B. H. M.; MARQUES, P. A. A. Manjerição irrigado: alternativa à extração predatória do pau-rosa. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2007.

PRINS, C. L.; LEMOS, C. S.; FREITAS, S. P. Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 92-95, 2006.

REZENDE, C. P; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, v. 2, n. 54, p. 1-55, 2003.

RODRIGUES, M. F; DOS SANTOS, E. C. **Estudo da viabilidade financeira: implantação da cultura do manjerição para exportação**. UPIS, 2005. Disponível em: <[http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/projeto\\_empresarial\\_pesquisas/implantacao\\_manjericao.pdf](http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/projeto_empresarial_pesquisas/implantacao_manjericao.pdf)>. Acesso em 20 set. 2014.

RODRIGUES W. B; VIEIRA M. C.; HEREDIA ZÁRATE N. A.; GONÇALVES, W. V; LUCIANO, A. T.; PESSOA S. M.; BALDIVIA, D. S. Produção de biomassa e óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) sob adubação orgânica com organosuper. **Horticultura Brasileira** v. 28, n. 2 p.3281-3286, 2010.

SAJJADI, S. E. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. **Daru**, v.14, n.3, p.128-130, 2006.

SANTOS, R. L. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: C. M. SIMÕES, E. P. SCHENKEL, G. GOSMANN, J. C. MELLO, L. A. MENTZ; P. R.

PETROVICK, **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis, UFSC, 1999.

SCHEFFER, M. C. Roteiro para estudo de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/CEMEPAR. **SOB Informa**, v.11, n.1, p.29-31, 1992.

SILVA, F.; SANTOS, R.H.S.; ANDRADE, N.J.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V. W. D.; LIMA, R. R.; PASSARINHO, R. V. M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, 2005.

SILVA, P.A., BLANK, A.F., ARRIGONI-BLANK, M.F., ALVES, P.B., SANTOS, A. L., CARVALHO, J.L.S., AMANCIO, V.F. Efeito da adubação mineral e orgânica e do horário de colheita em manjerição doce. **Horticultura Brasileira**. V.19, suplemento, 2001.

SILVA, S. R. S. *et al.* Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1363-1368, 2002.

SIMON, J. E.; MORALES, M. R.; PHIPPEN, W. B.; VIEIRA, R. F.; HAO, Z. **Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb**. Reprinted from: Perspectives on new crops and new uses J. Janick (ed.), ASHS Press, Alexandria, VA. 1999.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/ Florianópolis: UFRGS/ UFSC, 1999.

SIMÕES, C. M. O.; GUERRA, M. P.; **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2004.

SIQUI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C.; HENRIQUE, M. G. M. O: RAMOS, M. F. Óleos essenciais – potencial anti-inflamatório. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.16, p. 38-43, 2000.

SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. Efeitos alelopáticos do Calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 211-218, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009, 848p.

TEIXEIRA, M. C. L.; TEUSCHER, E. **Pharmazeutische biologie**. Braunschweig: Vieweg, 1990.

TRENTINI, A. M.M.; TESKE, M. **Herbarium compêndio de fitoterapia**, 4 ed. Curitiba: Herbarium: Laboratório de Botânica, 2001.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SCHEIDT, G. N. Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.2, supl. I, p.364-371, 2014.

VIERA, R.F.; SIMON, J.E. Chemical Characterization of Basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**.V.54, n.2, p.207-216, 2000.

YADAVA, A.K. Cultivation of lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*) under Poplar based agroforestry system. **Indian Forester**, India, v. 127, n.2, p. 213-223, 2001.

## **CAPITULO I**

### **BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO CV. GRECCO A PALLA SUBMETIDO A DIFERENTES SOMBREAMENTOS E ADUBAÇÕES**

## RESUMO

O manjeriço (*O. basilicum* L.) é uma espécie medicinal muito utilizada para fins culinários e aromáticos devido a sua importância econômica. Apesar disso, estudos agronômicos sobre adubação orgânica, mineral e uso de sombreamento ainda são insuficientes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do sombreamento e diferentes adubações no desenvolvimento vegetativo e na produção de óleo essencial de manjeriço. Realizou-se um ensaio em área experimental no Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri. Os tratamentos consistiram em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, avaliando nível de sombreamento (Pleno sol (ausência), 50% e 70%) e tipos de adubação (composto orgânico e mineral) mais a testemunha representada pela ausência de adubação, com três repetições. As mudas, produzidas por sementes, foram transplantadas para canteiros, aos 25 dias após a semeadura, no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m. As características avaliadas foram: altura de planta, diâmetro de copa, massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, comprimento de raiz, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e teor do óleo essencial. Os resultados evidenciaram que houve interação entre os fatores sombreamento x adubação para altura de planta, diâmetro de copa, massa fresca de raiz, comprimento de raiz, massa seca de raiz e teor do óleo essencial. Os tratamentos para massa fresca de parte aérea no sombreamento 50% e 70% apresentaram resultados semelhantes não diferindo entre si (170,72 g e 153,56 g respectivamente), no entanto, o sombreamento 50% não diferiu do tratamento a pleno sol. O teor de óleo essencial apresentado pelo tratamento com sombreamento 70% mostrou diferença estatística para os demais tratamentos, apresentando menor média. Para as adubações, apenas a testemunha diferiu dos tratamentos com composto orgânico e adubação mineral. Dessa forma, conclui-se que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a produção de biomassa e teor do óleo essencial de manjeriço aumentou quando cultivado a pleno sol e adubado com composto orgânico.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L. Aromática. Metabolismo secundário.

## ABSTRACT

Basil (*O. basilicum* L.) is a medicinal species widely used for cooking and aromatic ends because of its economic importance. Despite this, agronomic studies on organic fertilizing, mineral and shading are still insufficient. The present work had as objective to evaluate the influence of shading and different fertilizing in the vegetative development and in the production of basil essential oil. It was realized a test in an experimental area in the Center of Agricultural Sciences and Biodiversity of the Federal University of Cariri. The treatment consisted in a design completely randomized in a factorial scheme 3 x 3, evaluating the level of shading (full sun (absence), 50% e 70%) and kinds of fertilizing (organic compound and mineral) more witness represented by absence of fertilizing, with three repetitions. The seedlings, produced by seeds, was transplanted to seedbed, 25 days after seeding, spaced 0,3m x 0,3m. The evaluated characteristics were: plant height, cup diameter, aerial part fresh mass, root fresh mass, root length, aerial part dry mass, root dry mass and essential oil content. The results demonstrated that there was interaction between the factors shading x fertilizing to the plant height, cup diameter, root fresh mass, root length, root dry mass and essential oil content. The treatments for aerial part fresh mass on shading 50% e 70% presented similar results not differing from each other (153, 56 g and 170,72 g respectively), however, shading 50% not differ from treatment in full sun. The essential oil content by the treatment with shading 70% shown statistic difference to the other treatment, presenting lower average. For the fertilizing, only the witness differed from the treatments with organic compound a mineral fertilizing. In this way, it's concluded that, the biomass production and basil essential oil content increased when cultivated in full sun and fertilized with organic compound.

**Key-words:** *Ocimum basilicum* L. Aromatic. Secondary metabolism.

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço pertence à família Lamiaceae, possui aproximadamente 50 a 150 espécies no continente Africano, Ásia tropical, América Central e do Sul (PRAVUSCHI *et al.*, 2007). O extrato de folhas de manjeriço é utilizado como aromatizantes de alimentos, em formulações de produtos farmacológicos e ainda como agente antibacteriano e medicinal (MAZUTTI *et al.*, 2006).

O óleo essencial do manjeriço possui alta concentração de linalol, muito valorizado no mercado internacional e amplamente usado pela indústria de cosméticos e alimentícios (CARVALHO FILHO *et al.*, 2006). Trabalhos e pesquisas agrônomicas vêm sendo feitas com o intuito de identificar as influências da adubação sobre a biomassa e o rendimento de óleo essencial em diferentes grupos de plantas medicinais, entre elas o manjeriço. As pesquisas mostram que as produções de biomassa e de compostos secundários variam em função da espécie e dos adubos utilizados (MAIA *et al.*, 2009; BLANK *et al.*, 2005; BIASI *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2008).

O conhecimento de práticas agrônomicas em relação ao crescimento das espécies cultivadas permite o planejamento de protocolos de cultivo. A investigação do efeito dos fenômenos ambientais sobre o crescimento das plantas, assim como sua adaptação em diversas regiões, permite analisar as melhores condições para uma cultura com relação à sua dinâmica da produtividade e rendimento de seus metabólitos secundários. É uma prática agrícola bastante usada sobre o crescimento das plantas, analisando à adaptação dos cultivos em determinados agrossistemas, onde estão sujeitas a diferentes fatores ambientais (FONTES *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2008).

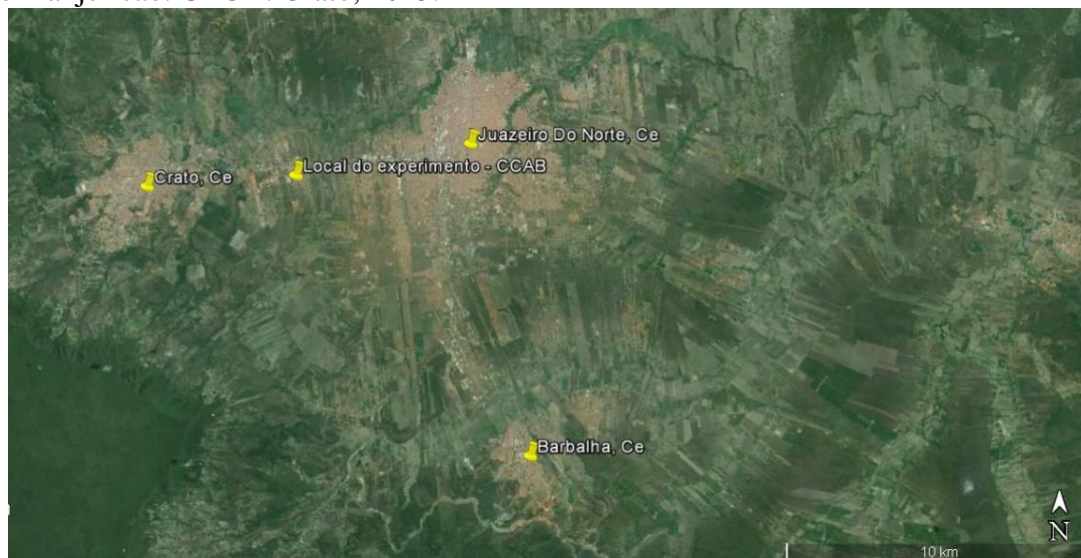
Atualmente percebe-se a necessidade de ampliar as informações a respeito das técnicas de cultivo do manjeriço que sejam adequadas às condições edafoclimáticas da região do Cariri Cearense. Assim, o presente trabalho, teve como objetivo avaliar a influência do sombreamento e tipos de adubos no desenvolvimento vegetativo e na produção de óleo essencial de *O. basilicum* L.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização da área experimental

O presente ensaio foi realizado em uma área experimental pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), com uma distância de 8 km da sede do município do Crato, localizado próximo à encosta da Chapada do Araripe na microrregião do Cariri do Estado do Ceará, situada entre as coordenadas geográficas 7° 13' 46'' Sul, 39° 24' 32'' Oeste, a uma altitude de 446 m. Os ensaios foram realizados no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

Figura 2 - Mapa de localização da região onde foi conduzido o trabalho com a cultura do manjeriço. UFCA. Crato, 2015.



Fonte: Google earth

### 2.2 Caracterização climática da região

A região do Cariri cearense possui características peculiares, devido a sua localização geográfica, apesar da irregularidade espacial das chuvas. De acordo com Köppen o clima da região é caracterizado como quente semiárido brando e tropical quente sub-úmido, com temperatura média anual que varia entre 24 a 26 °C, precipitação pluviométrica anual de 1090,9 mm com chuvas de verão concentradas no início do ano nos meses de janeiro a maio (IPECE, 2014).

## 2.3 Classificação do solo da área de estudo

O experimento foi desenvolvido sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com relevo plano e pouco ondulado, profundo e poroso, que apresenta boas condições para um bom desenvolvimento da planta.

A análise química do solo encontra-se na tabela 1, sendo coletado solo na camada de 0-0,20 m. Nesta análise foram feitas três coletas distintas de acordo com o tratamento de adubação.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental onde foi implantado o ensaio. UFCA. Crato, 2015.

Amostra 0-20 cm	---g Kg <sup>-1</sup> --		----mg dm <sup>-3</sup> ----			-----mmol cdm-3-----						---%----		dS m <sup>-2</sup>			
	C	MO	pH	P	S- SO4	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	PST	m	CE
<b>Testemunha</b>	3	5,2	5,5	9,7	3,2	3,5	1,28	9	19	2	13,2	32,8	46	71	8	6	0,16
<b>Adubação NPK</b>	2,9	5	5,6	15	2,9	3,48	1,54	14	15	6	11,55	34,02	45,57	75	8	15	0,15
<b>Adubação C. Orgânico</b>	13,01	22,5	7,8	40,4	4,5	5,22	24,1	14	45	N.D*	9,9	88,32	98,22	90	5	0	1,18

\*N.D – Não detectado

## 2.4 Descrição e Caracterização do experimento

### 2.4.1 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, avaliando 3 níveis de sombreamento (70%, 50% e 0% ou pleno sol) e 3 tipos de adubação (composto orgânico, mineral e ausência de adubação), com três repetições.

### 2.4.2 Material utilizado

As sementes de manjeriço utilizadas para a semeadura foram da cultivar Grecco a Palla, com germinação de 70% e pureza 100%, armazenadas em embalagens de 150 g (ISLA SEMENTES, 2015). Estas foram semeadas a uma profundidade de 0,5 cm em bandejas de isopor com 128 células, usando substrato esterco bovino e solo areno-argiloso na proporção 1:1 (v:v) oriundo da área experimental. As mudas ficaram em área protegida com uma estrutura coberta por sombrite.

As mudas de manjeriço receberam irrigação manual três vezes ao dia e semanalmente adubação com fertilizante mineral foliar, “Nutrigarden”, formulação comercial de macro e micro nutrientes essenciais na proporção (N (13); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (40); Ca (0,5); Mg (1); S (0,4); B (0,06); Cu (0,05); Fe (0,3); Mn (0,07); Mo (0,005) e Zn (0,15) % (p/p)) com uma dosagem de 250 mL/bandeja), sobre as folhas. As mudas ficaram no viveiro por 25 dias até o transplante, ou seja, do dia 20 de outubro a 15 de novembro de 2014.

#### *2.4.3 Implantação e condução do experimento*

Na área do ensaio foram implantados canteiros com dimensões de 1,2 m x 8 m e altura de 0,2 m. As adubações de fundação foram feitas através do uso de 0,5 kg composto orgânico produzido a partir de bagana de carnaúba e 6 gramas de adubo mineral (NPK na formulação 4-14-8) por cova, que foram incorporados ao solo antes do transplante das mudas.

O transplante foi realizado aos 25 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas estavam com três a quatro pares de folhas definitivas. Um dia após o transplante foi implantada uma estrutura para o sombreamento. Na construção da estrutura de cobertura, usaram-se piquetes com um metro de altura e arame galvanizado número 16 fixando as extremidades. Sobre essa estrutura foi utilizado tela de sombrite 50% e 70%, com dimensões de aproximadamente 3 m x 3 m x 3 m.

A área do experimento foi dividida em partes nas quais foram colocados os níveis de sombreamento que compõem diferentes tratamentos em um mesmo canteiro: área com sombrite de 50%, área com sombrite 70% e área sem sombrite (pleno sol). As estruturas de sombreamento ficaram distribuídas de modo a não serem influenciadas por outro sombreamento durante o dia. Todo o tratamento foi coberto e permaneceu até o final do experimento, 45 dias no campo, época de colheita das plantas para análise.

Aos 30 dias após o transplante foi feita adubação de cobertura com 250 g de composto orgânico e 3 g de NPK por planta. Enquanto os tratos culturais para controle de plantas infestantes, pragas e doenças foram realizados ao longo do ciclo da cultura. A irrigação foi feita diariamente por microaspersão duas vezes ao dia, manhã e tarde.

A colheita foi realizada as nove horas da manhã, sendo que dentro dos tratamentos indicados foi avaliada altura de planta (ALT) em cm, partindo sempre do

solo até o ápice caulinar, diâmetro de copa (DIAM) em cm, massa fresca da parte aérea (MFPA) em (g), massa seca de parte aérea (MSPA) em (g), comprimento da raiz (CR) em (cm), massa fresca da raiz (MFR) em (g), massa seca da raiz (MSR) em (g), teor de óleo essencial em (%) e princípio ativo (%).

Foram coletadas quatro plantas de cada tratamento para duas finalidades. Duas plantas foram retiradas para fazer a determinação de massa fresca e seca de parte aérea e raiz. Foram pesadas e colocadas em sacos de papel, em seguida colocadas por 48 h em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C.

Para avaliação do teor do óleo essencial, outras duas plantas foram identificadas e colhidas manualmente com tesoura de poda rente ao solo e em seguida levadas ao laboratório, que foram picadas com tesoura, pesadas 100 g da parte aérea em balança semi-analítica e colocada em balão de fundo redondo com capacidade para 5 litros, imerso em 2,5 litros de água destilada por 90 minutos de extração em hidrodestilador tipo Clevenger (CRAVEIRO *et al.*, 1981).

Após a extração, o óleo essencial foi transferido para frasco de “*eppendorf*” com capacidade de 2 ml, pesado, quantificado em balança analítica e acondicionados em temperatura a -20 °C.

As análises cromatográficas do óleo essencial foram realizadas no Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Unidade de Caracterização e Análise/UNICAL, João Pessoa/PB, em um Cromatógrafo Gasoso acoplado a Espectrômetro de Massas: Modelo: GCMS-QP2010 Ultra, Marca: Shimadzu, RTX-5MS capilar (5% Diphenyl/95% dimethylpolysiloxane), tamanho: 30 m (comprimento)/0,25 mm de Diâmetro Interno / 0,25 um df, em Fluxo da coluna: 0,99 mL/min, Temperatura do Forno: 60 °C. Temperaturade Injecção: 250 °C, Pressão: 57 kPa, Fluxo da coluna: 0,99 mL/min, no modo split 1:20. Os resultados foram expressos em porcentagem de área. A separação dos componentes foi efetuada em coluna capilar de 5%-fenil-95%-metilsilicone utilizando o hélio como gás carreador (1,0ml/min), nas mesmas condições descritas acima. Índices de retenção lineares foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes do óleo e aqueles de uma mistura de alcanos (C7-C26), injetada na mesma coluna e condições cromatográficas descritas para a análise dos óleos (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963).

As variáveis foram submetidas a teste de normalidade e análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as características agronômicas das plantas de manjeriço, observou-se que houve interação significativa entre os fatores sombreamento x adubações para altura de planta, diâmetro de copa, massa fresca de raiz, comprimento de raiz, massa seca de raiz e teor do óleo essencial do manjeriço (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância da Altura de planta (ALT); Diâmetro de copa (DIAM); massa fresca de parte aérea (MFPA); massa seca de parte aérea (MSPA); massa fresca de raiz (MFR); massa seca de raiz (MSR); comprimento de raiz (CR) e teor do óleo essencial (TOE) de manjeriço, produzido em diferentes adubações e sombreamentos. UFCA. Crato, 2015.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO							
		ALT	DIAM	MFPA	MSPA	MFR	MSR	CR	TOE
Sombreamento(S)	2	27,565*	9,148 <sup>NS</sup>	8.188,083*	132,263*	167,461*	20,092*	32,132*	0,006*
Adubação (A)	2	297,676*	403,39*	113.628,528*	462,640*	3.291,752*	153,251*	53,424*	0,016*
Interação (SxA)	4	29,870*	18,370*	1.246,861 <sup>NS</sup>	23,916 <sup>NS</sup>	150,353*	8,677*	28,1288*	0,010*
Resíduo	18	1,928	3,63	1.870,05	12,827	30,285	2,48	4,792	0,002
CV (%)		5,53	6,49	24,18	14,87	31,51	13,96	9,38	31,24

Não significativo ( $F > 0,05$ ); \*Significativo ( $F < 0,05$ ).

Na tabela 3 podem ser observados que os níveis de sombreamento interferiram na altura média de plantas de manjeriço, sendo que as plantas cultivadas com nível de 70% de sombreamento apresentaram altura (34,5 cm) com composto orgânico sendo superior aos demais tratamentos que receberam adubação com NPK (30,33 cm) e ausência (28,00 cm). Já os menores valores para esta variável foi observada em plantas que não receberam nenhum tipo de adubação e foram cultivadas a pleno sol.

Provavelmente esses resultados apresentados foram influenciados pela redução da luminosidade e da rápida disponibilização de nutrientes pelo composto orgânico, corroborando com a afirmação de Taiz; Zeiger (2009) ao citarem que para uma planta de sol que evita a sombra existe um claro valor adaptativo em alocar seus recursos em crescimento mais rápido em extensão, assim ela pode aumentar sua chance de crescimento.

A redução do crescimento em altura em pleno sol pode estar associada ao aumento da temperatura das folhas, intensificação da atividade respiratória, o que induziria ao fechamento dos estômatos, reduzindo um aumento na fixação de carbono e

causando um aumento no consumo de fotoassimilados através do aumento da respiração (FONTES; PUIATTI, 2005).

Em seus estudos Luz *et al.* (2014) observaram que colheita de verão e o cultivo na estufa proporcionaram as melhores condições para o bom desenvolvimento de *Melissa officinalis* L. diferentemente de Chang *et al.* (2008) que constataram em seu trabalho com *O. basilicum* que houve redução de biomassa seca nos tratamentos com menores níveis de radiação. Souza *et al.* (2011) não observaram diferença entre os níveis de luz testado para biomassa de folhas.

Tabela 3 - Altura (ALT) e diâmetro de copa (DIAM) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015.

SOMBREAMENTO	ADUBAÇÃO		
	Composto Orgânico	NPK	Ausência
	<b>ALT</b>		
Pleno sol	28,00 Ab	25,50 Aa	16,67 Bb
Sombrite 50%	30,33 Ab	27,83 Aa	22,50 Ba
Sombrite 70%	34,50 Aa	21,67 Bb	19,17 Bb
	<b>DIAM</b>		
Pleno sol	35,17 Aa	27,17 Bb	20,83 Ca
Sombrite 50%	35,50 Aa	27,83 Bb	23,17 Ca
Sombrite 70%	37,33 Aa	33,33 Ba	23,83 Ca

Letra maiúscula compara dados na linha, e letra minúscula na coluna. Média seguida de mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o diâmetro médio de copa (Tabela 3), ao analisar o efeito da adubação em cada nível de sombreamento (50 e 70%) ou na ausência deste (pleno sol) houve decréscimo no diâmetro da copa da planta a partir do uso do composto orgânico com menor valor encontrado (20,83cm) no tratamento que não houve adição de adubação (ausência). Porém, ao avaliar cada nível de adubação nos três níveis de sombreamento (Pleno sol, 50% e 70%) constata-se que a redução da disponibilidade de luz não causou efeito significativo sobre esta variável independente da adubação utilizada.

Costa *et al.* (2008) com ensaios em *O. selloi* Benth. (Lamiaceae), detectaram que plantas não adubadas estavam visivelmente amareladas, com folhas menores e porte reduzido em relação às demais. Corrêa Júnior, (1998) e Blank *et al.* (2005) relatam que não detectaram efeito significativo na adubação orgânica e química testadas em seus trabalhos.

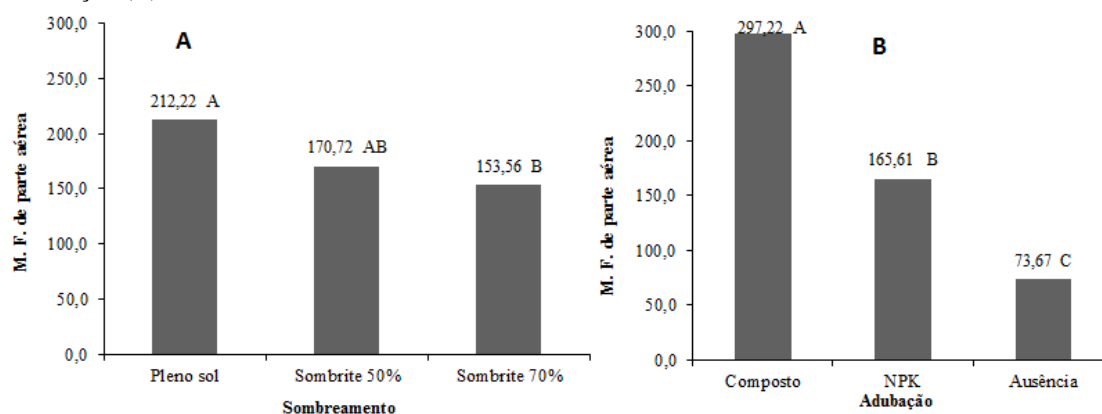
Avaliando a biomassa das plantas através da variável massa fresca da parte aérea pode observar que a redução da luminosidade interferiu significativamente para os valores encontrados (Figura 3a), quando comparados a pleno sol as plantas apresentaram maior massa fresca da parte aérea (212,22 g).

A menor proporção de biomassa foliar acumulada nas plantas a 70% de sombreamento condiz com a resposta esperada de plantas estioladas em função da deficiência de luz.

Os resultados observados nesse trabalho (Figura 3a) mostram que plantas de manjeriço têm a produção de massa fresca de parte aérea influenciada pela radiação. Os tratamentos a 70% e 50% de sombreamento apresentaram resultados semelhantes não diferindo entre si (153,56 g e 170,72 g respectivamente), no entanto o sombreamento 50% não diferiu do tratamento a pleno sol que foi significativamente superior ao tratamento com sombrite 70%. Possivelmente porque a luz é fator importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas, não só por fornecer energia para realizar fotossíntese mais também detectar sinais através de receptores de luz muito sensível a intensidade da luz que a planta está submetida, adquirindo assim maior eficiência fotossintética.

Pinto *et al.* (2007) em seus experimentos não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos 40% de sombreamento e pleno sol em cultivos de Alfazema-do-Brasil (*Aloysia gratissima* Gillies & Hook Tronc.). Já Meire *et al.* (2012) trabalhando com Melissa (*Melissa Officinalis* L.) observaram que os tratamentos a 25% e 50% de sombreamento apresentaram a melhor produção de fitomassa fresca.

Figura 3 - Massa fresca de parte aérea (MFPA) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento (A) e adubação (B). UFCA. Crato, 2015.



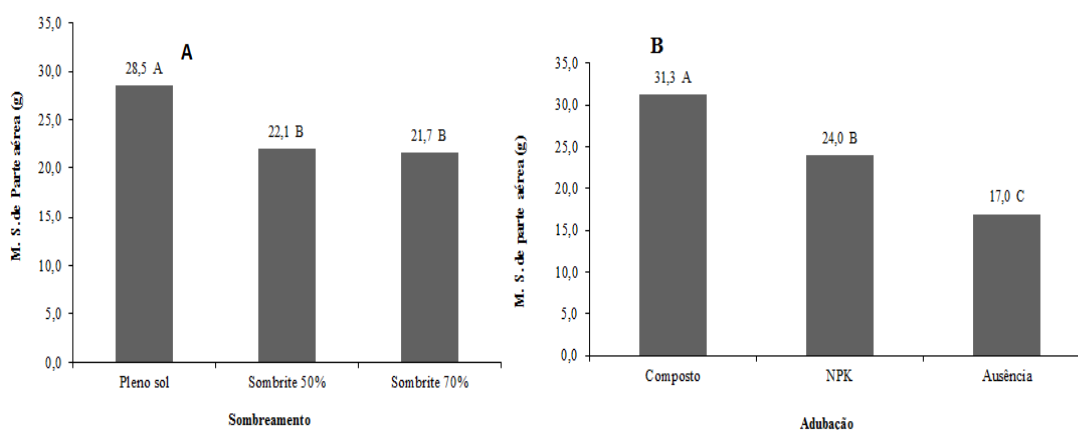
Ocorreu diferença estatística para os diferentes tipos de adubações (Figura 3b), sendo a maior produção com composto orgânico (297,22 g) seguido do NPK (165,61 g) e ausência com a menor produção do experimento (73,67 g). Considerado a tabela 1 estes resultados demonstram que o composto orgânico disponibiliza os nutrientes de forma rápida e gradual em relação à adubação química, que apesar da alta

disponibilidade para a planta, vários fatores podem está relacionados à diminuição de sua eficiência, como lixiviação e volatilização. Enquanto que valores bem abaixo para os demais tratamentos devido ao índice de acidez tornar as culturas sujeitas às deficiências minerais ou seja não permitir a absorção da maioria dos nutrientes.

Na Figura 4a, os tratamentos com 50% e 70% de sombreamento apresentaram semelhança não diferindo estatisticamente, sendo que a pleno sol a massa seca da parte aérea foi superior aos demais (28,5 g). Resultado oposto foi observado por Meire *et al.* (2012) em cultivo de melissa (*Melissa Officinalis* L.), segundo os autores, a maior produção de massa seca foi observada no tratamento com 25% e 50% de sombreamento. Avaliando o crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine A., Ortega *et al.* (2006), também constataram que plantas a pleno sol possuíam maior massa de matéria seca da parte aérea.

Quanto ao rendimento de massa seca de parte aérea em função da adubação (Figura 4b) pode-se notar a eficiência do composto orgânico apresentando maior produção (31,3 g) em relação aos demais NPK (24,0 g) e ausência (17,0 g). Estes valores seguiram a mesma tendência com os encontrados para a matéria fresca de parte aérea.

Figura 4 - Massa seca de parte aérea (MSPA) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento (A) e adubação (B). UFCA. Crato, 2015.



Os dados relativos ao efeito dos tratamentos na massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR) e massa seca de raiz (MSR) são apresentados na tabela 4. Os valores médios da MFR, MSR e CR indicam que houve interação entre os fatores, onde verifica-se que o sombreamento das plantas afetou negativamente a biomassa da raiz, de modo que o tratamento a pleno sol e com o uso de composto orgânico mostrou-se

superior aos demais tratamentos. Esse resultado concorda com Gomes *et al.* (2009), estudando a influência do sombreamento na produção de biomassa, em cidrão (*Lippia citriodora* Lam.) e Ramos *et al.* (2004), nos quais obtiveram melhores resultados de desenvolvimento de raiz quando as plantas cresceram a pleno sol.

Tabela 4 - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015.

SOMBREAMENTO	ADUBAÇÃO		
	Composto	NPK	Ausência
<b>MFR</b>			
Pleno sol	52,50 Aa	9,67 Ba	5,00 Ba
Sombrite 50%	28,33 Ab	10,00 Ba	4,75 Ba
Sombrite 70%	37,50 Ab	5,25 Ba	4,17 Ba
<b>MSR</b>			
Pleno sol	19,92 Aa	9,97 Ba	9,07 Ba
Sombrite 50%	13,35 Ab	8,60 Ba	8,57 Ba
Sombrite 70%	14,87 Ab	8,75 Ba	8,48 Ba
<b>CR</b>			
Pleno sol	30,33 Aa	24,92 Ba	20,33 Cb
Sombrite 50%	22,58 Ab	20,67 Aab	21,00 Aab
Sombrite 70%	25,50 Ab	19,67 Bb	25,00 Aa

Letra maiúscula compara dados na linha, e letra minúscula na coluna. Média seguida de mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O teor do óleo essencial (Tabela 5) mostrou interação entre os fatores sendo o melhor teor quando utilizou sombrite 70% na ausência de adubação. Os níveis de luz interferem a biossíntese de óleo essencial o que condiciona respostas fisiológicas diferentes a qual a espécie esta adaptada (ATROCH *et al.*, 2001). Gomes *et al.* (2009), em seu experimento afirma que o teor do óleo essencial não variou significativamente, apresentando uma leve tendência de maior quantidade a pleno sol e 70% de luz.

Tabela 5 - Teor de óleo essencial % (TOE) de plantas de manjeriço submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015.

SOMBREAMENTO	ADUBAÇÃO		
	Composto	NPK	Ausência
Pleno sol	0,115833 Aa	0,119967 Aa	0,151433 Ab
Sombrite 50%	0,098333 Aa	0,114400 Aa	0,105933 Ab
Sombrite 70%	0,084900 Ba	0,109300 Ba	0,282867 Aa

Letra maiúscula compara dados na linha, e letra minúscula na coluna. Média seguida de mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Pode-se inferir que plantas de manjeriço mantidas a pleno sol ou em sombrite 50% estão expostas a uma temperatura superior às demais plantas que foram submetidas a 70% de sombreamento. Inicialmente o conteúdo de óleo essencial das

plantas tende a incrementar com a elevação da temperatura, devido ao aumento no número de glândulas de óleo por unidade de área foliar, porém, podem ocorrer perdas de metabólitos por volatilização (TELCI *et al.*, 2004), o que justificaria o maior teor de óleo essencial (0,2828%) quando foi utilizado o maior nível de sombreamento das plantas. Os resultados obtidos no presente trabalho poderão contribuir para definição de práticas de colheitas, gerando suporte para produzir óleo essencial que atenda aos padrões exigidos pelo mercado e formulações de medicamentos fitoterápicos.

Interagindo com o efeito do fator sombreamento das plantas, verifica-se que o aumento no teor de óleo essencial também estava associado à ausência de adubação complementar (ausência). Martins *et al.* (1998) relataram que o estresse nutricional pode influenciar de forma positiva ou negativamente no teor de fármacos, sendo que neste trabalho o acréscimo nesta variável pode ser inferido a menor concentração de nutrientes, levando a possível estresse nas plantas. Corrêa *et al.* (2010), verificaram que a adubação orgânica com esterco bovino proporcionou um acréscimo no teor de óleo essencial do *Origanum vulgare* L. à medida que aumentava a dose.

A análise química feita por cromatografia gasosa nas amostras de óleo essencial de *O. basilicum* identificaram 100% dos constituintes (Tabela 6). Os compostos majoritários são representados pelo Linalol e Eugenol os quais constituem aproximadamente 44% do conteúdo total dos compostos identificados. Rosado *et al.* (2011) trabalhando com a cultivar Maria Bonita encontraram o linalol com teores que variou entre 78,35% e 84,34% sendo que o Eugenol não foi detectado em seu trabalho. Segundo o mesmo autor observou a presença de geraniol como sendo um composto majoritário presente em seus tratamentos, o que não foi observado neste trabalho.

O teor de linalool com plantas cultivadas a pleno sol, não sofreram variações drásticas, quando recebia diferentes adubações: composto orgânico teor de 23%, NPK teor de 19% e ausência teor de 22,5%. Porém, o eugenol variou consideravelmente em seus teores quando se compara os diferentes tipos de adubação: composto (13,7%), NPK (27%) e ausência (21,3%). Evidência que os efeitos da adubação influenciam de forma generalizada o teor dos compostos dependendo da fonte de nutrientes.

Tabela 6 - Porcentagens relativas dos compostos presentes no óleo essencial de plantas de manjeriço (*O. basilicum* L.) cultivadas e submetidas a sombreamento e adubação. UFCA. Crato, 2015.

Constituintes do óleo essencial (%)	Tempo de Retenção	ik calculado	Pleno sol			Sombreamento 50%			Sombreamento 70%		
			Composto	NPK	Ausência	Composto	NPK	Ausência	Composto	NPK	Ausência
Methylbenzene	3,339	*	-	-	-	55,2%	-	-	0,29%	0,28%	0,18%
Ni	7,480	968	-	-	-	3,5%	-	-	0,55%	0,39%	0,16%
Eucalyptol	9,320	1035	0,8%	0,4%	0,4%	6,2%	0,8%	-	0,58%	0,39%	1,0%
Cis-sabinenehydrate	10,374	1071	0,4%	0,3%	-	-	-	-	-	-	0,11%
Linalool	11,307	1103	23,3%	19%	22,5%	6,2%	23,3%	14,2%	11,53%	14,07%	27,99%
Camphor	12,746	1152	0,4%	0,4%	-	-	0,6%	-	0,39%	-	0,43%
Borneol	13,354	1172	1,6%	1,1%	1,3%	-	1,3%	-	0,78%	0,86%	1,10%
4-Terpineol	13,684	1183	7,6%	5,6%	6,8%	-	7,6%	6,2%	4,63%	0,65%	7,43%
Alpha-terpineol	14,063	1196	1,0%	0,8%	0,9%	-	1,0%	0,9%	0,69%	0,65%	0,77%
Endobornilacetate	16,856	1293	2,2%	1,7%	2,2%	-	1,8%	2,3%	1,19%	1,57%	2,30%
Eugenol	18,899	1367	13,7%	27%	21,3%	-	26,1%	16,4%	16,72%	18,49%	20,12%
Beta-elemene	19,841	1401	3,6%	3,0%	2,5%	-	2,7%	3,5%	5,13%	0,41%	0,31%
Alpha-Bergamotene	20,987	1445	5,8%	4,5%	5,1%	-	5,2%	8,9%	5,41%	0,40%	0,23%
Alpha-guaiene	21,105	1449	1,0%	0,9%	0,8%	-	0,8%	0,9%	0,48%	0,65%	0,71%
Alpha-humulene	21,572	1467	0,9%	0,6%	0,6%	-	0,5%	0,8%	0,86%	0,96%	0,13%
Ni	21,801	1476	-	-	0,5%	-	-	0,7%	0,50%	0,58%	0,37%
Germacrene-D	22,284	1494	5,0%	4,5%	4,5%	-	3,9%	6,0%	3,74%	3,49%	2,72%
Bicyclgermacrene	22,697	1511	4,2%	3,6%	3,6%	-	3,2%	5,1%	0,35%	4,01%	0,23%
Alpha-bulnesene	22,901	1519	3,1%	2,9%	-	-	-	-	3,81%	2,05%	0,19%
Delta-guaiene	22,900	1519	-	-	2,5%	-	2,4%	3,1%	3,50%	3,54%	1,65%
Gamma-Cadinene	23,110	1527	0,7%	2,9%	3,2%	-	2,6%	4,6%	-	0,93%	1,65%
Delta-cadinene	23,320	1536	-	0,4%	-	-	-	-	1,06%	0,31%	0,47%
Nerolidol	24,181	1570	1,2%	1,3%	1,2%	-	0,9%	1,2%	1,79%	1,48%	2,29%
Muurolol<epi alpha>	25,647	1631	2,2%	2,0%	2,0%	2,9%	1,5%	2,4%	3,31%	2,25%	1,38%
Torreyol	26,258	1656	17,4%	16,3%	17,0%	32,3%	12,6%	20,5%	27,53%	19,81%	11,34%
Alpha-cadinol	26,575	1669	0,6%	1,2%	1,0%	-	1,0%	1,3%	0,96%	0,90%	0,36%
<b>Total</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

IK: índice de Kovats calculado em relação à retenção de n-alcenos (C<sub>8</sub> a C<sub>20</sub>) em coluna HP-5.

No cultivo de plantas de manjeriço com sombreamento 50% para os diferentes tipos de adubações com composto orgânico, NPK e ausência, interferiu na produção do linalol (6,2%; 23,3% e 14,2%) respectivamente. Para o teor de eugenol (0%; 26,1% e 16,4%). Valores superiores foram observados apenas para o tratamento com NPK para os dois constituintes majoritários.

Em se tratando de sombreamento a 70%, a ausência de adubo obteve um maior rendimento na qualidade do óleo essencial para seus dois constituintes principais Linalol (27,99 %) e Eugenol (20,12%). Isso demonstra que estresse provoca um aumento considerado em relação a tratamentos com os dois tipos de adubação. Provavelmente as plantas adubadas estejam em seu conforto térmico e nutricional, não

precisando acumular compostos secundários, para ser usados quando estiver submetido a condições adversas como no caso da ausência.

#### **4 CONCLUSÕES**

A produção de biomassa e teor do óleo essencial de manjeriço aumentou quando cultivado a pleno sol e adubado com composto orgânico.

Quanto a qualidade do óleo essencial as plantas mais sombreadas e com ausência de adubação apresenta uma produção superior de linalol.

O composto eugenol em maior quantidade quando as plantas estão submetidas a pleno sol ou com 70% de sombreamento e adubação química.

## REFERÊNCIAS

- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Revista de Ciência Agrotecnológica**, v.25, v.4, p.853-862, 2001.
- BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; BARRETO, M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 175 -180, 2005.
- BIASI, L. A.; MACHADO, E. M.; KOWALSKI, A. P. J.; SIGNOR, D.; ALVES, M. A.; LIMA, F. I.; DESCHAMPS, C.; CÔCCO, L. C.; SCHEER, A. P. Adubação orgânica na produção, rendimento e composição do óleo essencial da alfavaca quimiotipo eugenol. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.1, p. 35-39, 2009
- CARVALHO FILHO J. L. S.; BRANK, M. F.; ALVES, P. B.; EHLERT, P. A. D.; MELO, A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN. Influence of the harvesting time, temperature and dryng period on basil (*ocimum basilicum*) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, p.24-30, 2006.
- CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A.; LUI, J. J.; OLIVEIRA, W. F.; SANTOS, G. R.; CARVALHO, A. R. S. Growth, content and composition of the essential oil of accessions of mentrasto (*Ageratum conyzoides*) collected in the state of Tocantins, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 36-43, 2008.
- COSTA, L. C. B.; ROSAL, L. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [(*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 1, p. 16-20, 2008.
- CORRÊA JÚNIOR, C. Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) e do seu óleo essencial. In: MING, L.C. et al. Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP, v.1, p.130 - 164, 1998.
- CORRÊA, R. M.; PINTO, J. E. B. P.; REIS, E. S.; COSTA, L. C. B.; ALVES, P. B.; NICULAN, E. S.; BRANT, R. S. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.80-89, 2010.
- COSTA, L. C. B. *et al.* Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, v.38, n.8, 2008.
- CRAVEIRO, A. A. *et al.* Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza: UFC, 1981, 209p.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). Olericultura: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005, p.407-428.

CHANG, X.; ALDERSON, P. G. WRIGHT, C. J. Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. **Environmental and Experimental Botany**, p. 216–223, 2008.

GOMES, P. A. *et al.* Influência do sombreamento na produção de biomassa, óleo essencial e quantidade de tricomas glandulares em cidrão (*Lippia citriodora* Lam.). **Biotemas**, v.22, n.4, p.9-14, 2009.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e estratégia e econômica do Ceará**. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2014.

ISLA Sementes: Disponível em: < <https://isla.com.br>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

LUZ, J. M. Q.; SILVA, S. M.; HABBER, L. L.; MARQUEZ, M. O. M. Produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.552-560, 2014.

MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E. R.; COSTA, C. A.; FERRAZ, E. O. F.; ALVARENGA, I. C. A.; SOUZA JÚNIOR, I. T.; VALADARES, S. V. Influência do cultivo em consórcio na produção de fitomassa e óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e hortelã (*Mentha x villosa* Huds.). **Revista Brasileira de Plantas mediciniais**, v.11, n.2, pp. 137-140, 2009.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELANI, D. C. & DIAS, J. E. **Plantas mediciniais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1998. 220 p.

MAZUTTI, M.; BELEDELIII, B.; MOSSI, A. J.; CANSIAN, R. L.; OLIVEIRA. J. V. Caracterização química de extratos de *Ocimum basilicum* L. obtidos através de extração com CO<sub>2</sub> a altas pressões. **Química Nova**, São Paulo, V.29, n.6, p.1198-1202. 2006.

MEIRA, M. R; MARTINS, E. R.; MANGANOTTI, S. A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.2, p.352-357, 2012.

- ORTEGA, A. R.; ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ANGELO, A. C. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Cerne**, v.12, n.3, p.300-308, 2006.
- PINTO, J. E. B. P. *et al.* Espectros morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.210-4, 2007.
- PRAVUSHI, P. R. RIGOLIN, B. H. M. MARQUES, P. A. A. Manjericão irrigado: alternativa à extração predatória do pau-rosa. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2007.
- RAMOS, M. B. M.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; SIQUEIRA, J. M.; ZIMINIANI, M. G. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.566-572, 2004.
- ROSADO, L. D. S.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjericão cv. maria bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 291-296, 2011.
- SOUZA, N.H.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. P. Q.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C. Produção de mudas de manjericão (*Ocimum basilicum*L.) em diferentes substratos e luminosidades. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.3, p.276-281, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009, 848p
- TELICI, I.; SAHBAZ, N. I.; GUNGOR, Y.; TUGAY, M. E.. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. **Economic Botany**, v. 58 p. 721-728, 2004.
- VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, USA, v.11, p.463-471, 1963.

## **CAPITULO II**

### **BIOMASSA DE MANJERICÃO E TEOR DO ÓLEO ESSENCIAL EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE COLHEITA E ESPAÇAMENTO**

## RESUMO

Entre as plantas medicinais e aromáticas, o manjeriço possui importância condimentar e medicinal no Brasil. Pode ser consumida tanto de forma in natura quanto para processamento industrial. Este trabalho teve por objetivo verificar a produção de biomassa e teor do óleo essencial de *O. basilicum* L. cultivado no Sul do Ceará e definir qual melhor estágio de colheita e espaçamento. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, localizada no município de Crato, CE, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. O delineamento experimental adotado foi o esquema fatorial 2x4, com três repetições. Os tratamentos utilizados foram dois estádios (primeira colheita que correspondeu ao período de pleno crescimento vegetativo das plantas (ausência de floração) e o segundo estágio reprodutivo, quando mais de 50% das plantas apresentaram floração plena em quatro espaçamentos (0,10 m x 0,10 m; 0,20 m x 0,20 m; 0,30 m x 0,30 m e 0,40 m x 0,40 m)). Avaliou-se altura de planta, diâmetro de copa, massa fresca de parte aérea, rendimento de massa fresca de parte aérea, massa seca de parte aérea, massa fresca de raiz, massa seca de raiz, comprimento de raiz e teor do óleo essencial. Com base nos resultados houve interação entre colheita e espaçamento para diâmetro de copa e comprimento de raiz. A colheita e espaçamento obteve efeito significativo isolado para altura de plantas, massa fresca e seca de parte aérea, rendimento de massa fresca de parte aérea, massa seca de raiz e teor do óleo essencial. A massa fresca de parte aérea no espaçamento 0,40 m x 0,40 m foi superior apenas ao espaçamento 0,10 m x 0,10 m, os demais não diferiram. O maior teor de óleo essencial foi no estágio reprodutivo da planta. Conclui-se que para produção de biomassa e teor de óleo essencial o mais adequado seria o espaçamento 0,40 m x 0,40 m, colhendo a planta no estágio reprodutivo.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L. Composto secundário. Arranjo de plantas.

## ABSTRACT

Among the medicinal and aromatic plants, basil has season and medicinal importance in Brazil. It could be consumed as well in nature as in industrial process. This work had as objective to verify the production of biomass and essential oil content of *O. basilicum* L. cultivated in the South of Ceará and to define what is the best harvesting and spacing. The cultivation was conducted in the experimental area of the Center of Agronomical Sciences and Biodiversity at the Federal University of Cariri, located at municipality of Crato, CE, in a red-yellow dystrophic latosol. The experimental design adopted was the factorial 2 x 4, with three repetitions. The treatments used were two stages (first harvest corresponding to the period of full vegetative growth of the plants (absence of flowering) and the second reproductive stage, when more than 50% of the plants showed full flowering in four spacings (0.10 m x 0.10 m, 0.20 m x 0.20 m, 0.30 m x 0.30 m and 0.40 m x 0.40 m)). It was evaluated plant height, cup diameter, aerial part fresh mass, root fresh mass, root length, aerial part dry mass, yield of fresh mass of aerial part, root dry mass and essential oil content. Based on results, there was interaction between harvest and spacing to the cup diameter and root length. Harvest and spacing got isolated significant to plant height, aerial part fresh and dry weight, yield of fresh mass of aerial part, root dry weight and essential oil content. Aerial part fresh weight in a spacing 0,40 m x 0,40 m was superior only to the spacing 0,10 m x 0,10 m, the other ones do not differ. The highest essential oil content was at the reproductive stage of the plant. It's concluded that to the production of biomass and essential oil content the most suitable would be the spacing 0.40 m x 0.40 m, harvesting the plant at the reproductive stage.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L. Secondary compound. Plant arrangement.

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*O. basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae, é uma planta anual ou perene dependendo da região de cultivo. Comercialmente é cultivado para utilizar suas folhas e ramos, os quais são usados como aromatizantes e/ou temperos na culinária, fitoterapia e na medicina tradicional, devido ao teor e composição do seu óleo essencial (BLANK *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2005).

No seu óleo essencial, o linalol tem sido usado em quantidades elevadas para uso como acetato de linalina, controle de ácaros, fungos e bactérias, já na medicina humana utilizada como sedativo e anti convulsivas. Em vista disso, o linalol é usado em várias áreas do conhecimento, sendo preciso produzir em quantidades que supra o mercado crescente (RADÜNZ, 2004).

A padronização de técnicas de cultivos é importante uma vez que arranjos espaciais e época de colheita podem interferir na composição dos metabólitos secundário produzido (DEMUNER *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2007; MARTINS *et al.*, 2006).

Estudos sobre o cultivo do manjeriço, dentre as necessidades iniciais têm-se os arranjos populacionais de plantas que podem contribuir para aumentar a biomassa e metabólitos do manjeriço (RAMOS *et al.*, 2004). O espaçamento de plantas medicinais e aromáticas influencia alterando a capacidade de interceptação e captação de luz, fato que pode interferir na capacidade fotossintética das plantas cultivadas e consequentemente no seu desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2009). Além disso, a densidade de plantio no campo pode contribuir de forma positiva ou negativa, o que pode gerar uma competição entre plantas da mesma espécie e plantas invasoras ou concorrentes, principalmente por água, radiação solar e nutriente.

A época de colheita é outro fator que também influencia o teor e qualidade dos compostos secundários de plantas aromáticas. Por isso, o ponto de colheita se torna um aspecto fundamental para esse tipo de trabalho, pois a determinação do melhor período de colheita permite aproveitar o máximo potencial da planta (FIGUEIREDO *et al.*, 2009).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a melhor produção de biomassa e óleo essencial de *O. basilicum* L. sob cultivo no Sul do Ceará e definir qual o melhor estágio de colheita e espaçamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Delineamento experimental

Os tratamentos foram adequados em um esquema fatorial 2 x 4, representado por dois estádio de colheita, o primeiro vegetativo aos 40 dias após o transplântio, que correspondeu ao período de pleno crescimento das plantas (ausência de floração) e a segundo reprodutivo aos 60 dias após o transplântio, quando aproximadamente 50% das plantas apresentaram floração plena. O segundo fator representado por quatro espaçamentos distintos entre plantas e entre linha da seguinte forma: 0,10 m x 0,10 m; 0,20 m x 0,20 m; 0,30 m x 0,30 m e 0,40 m x 0,40 m, constituído por 3 repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela esta representada por 16 plantas, sendo que apenas as 4 plantas centrais foram utilizadas por repetição, eliminando o efeito bordadura.

### 2.2 Material utilizado

As sementes, bandejas, substrato, adubos e tratos culturais utilizados na produção de mudas segue a mesma metodologia do primeiro ensaio capítulo I. Sendo que a semeadura foi realizada no dia 10 de novembro de 2014 e transplântada em 10 de dezembro de 2014.

A análise química do solo encontra-se na tabela 7, onde foi coletado solo na camada de 0-0,20 m. Para está análise foram feita coletas aleatórios em “zigzag” em toda a área, retirando 15 amostras simples, colocadas em um recipiente e homogeneizada de onde foi retirado aproximadamente 0,5 kg formando uma amostra composta.

Tabela 7 - Características químicas do solo da área onde foi implantado o experimento.. UFCA. Crato, 2015.

Amostra 0-20 cm	--g Kg <sup>-1</sup> ---		----mg dm <sup>-3</sup> ----		-----mmocdm <sup>-3</sup> -----								-----%-----		dS m <sup>-2</sup>		
	C	MO	pH	P	S- SO4	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	PST	m	CE
	16,2	27,9	8,6	40,8	52,3	11,3	229,74	18	26	N.D*	4,95	85	90	94	13	0	3,2

\*N.D – Não detectado

### **2.3 Implantação e condução do experimento**

Os canteiros foram preparados manualmente com o uso de enxadas, com dimensões de cada canteiro foram de 7 m x 1 m x 0,20 m e adubados com esterco bovino na quantidade de quatro litros por m<sup>2</sup>, outra adubação foi feita, 20 dias após o transplante com 50 % da adubação inicial, ou seja dois litros por m<sup>2</sup>. A irrigação foi feita por microaspersão, duas vezes por dia. Não houve necessidade do combate a pragas e doenças não houve necessidade, visto que não foi verificado nenhum ataque de fitopatógenos ou de insetos. A retirada de plantas infestantes foi realizada semanalmente.

### **2.4 Variáveis**

Dentre as variáveis estudadas estão altura de planta (ALT), diâmetro de copa (DIAM), massa fresca de parte aérea (MFPA), rendimento de massa fresca de parte aérea (RMFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), comprimento de raiz (CR) e teor do óleo essencial (TOE). Coleta do material vegetal no campo, identificação e extração do óleo essencial segue a mesma metodologia do capítulo I.

### **2.5 Análise estatística**

As variáveis indicadas para o estudo foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk), quando normais foram submetidos à análise de variância pelo teste F sem transformação. Quando houve diferença significância entre e dentro dos fatores estudadas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise de variância, as características avaliadas (Tabela 8) observou-se que houve interação entre estágio e espaçamento ( $p>0,05$ ) para diâmetro de copa e comprimento de raiz. O estágio de colheita e espaçamento obteve efeito significativo isolado para altura de plantas, massa fresca e seca de parte aérea, rendimento de massa fresca de parte aérea, massa seca de raiz e teor do óleo essencial. As variáveis diâmetro de copa, rendimento de massa fresca de parte aérea e massa seca de raiz foram transformadas em  $x^{0,5}$  para atender a normalidade dos dados. Para massa fresca de raiz não houve diferença estatística para os tratamentos testados.

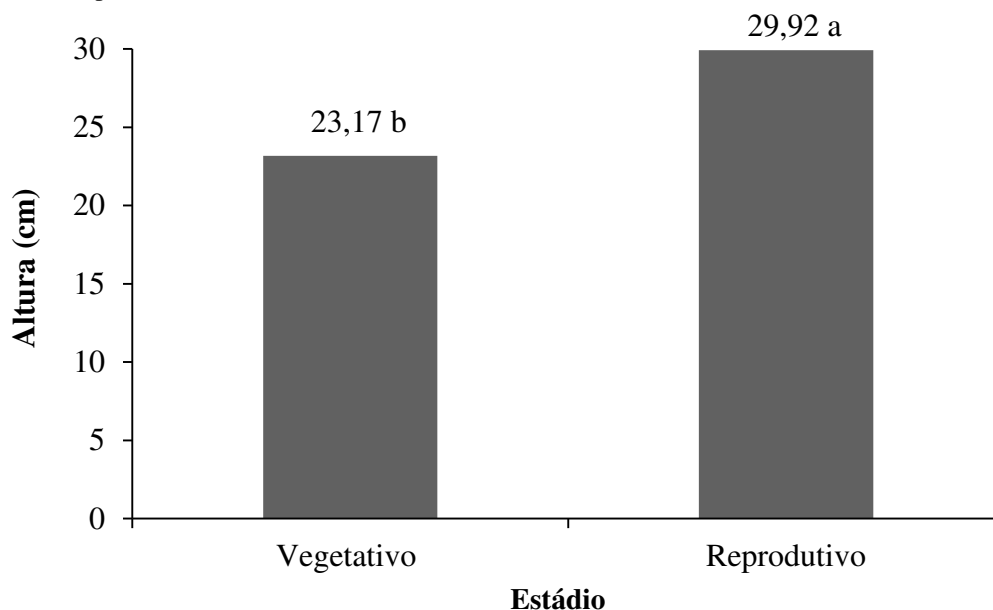
Tabela 8 - Resumo da análise de variância das características avaliadas no experimento: altura de planta (ALT); diâmetro de copa (DIAM); massa fresca de parte aérea (MFPA); massa seca de parte aérea (MSPA); massa fresca de raiz (MFR); massa seca de raiz (MSR); comprimento de raiz (CR) e teor do óleo essencial (TOE) de manjericão, colhidos em dois estádios e diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO								
		ALT	DIAM	MFPA	MSPA	RMFPA	MFR	MSR	CR	TOE
Estádio (Est.)	1	273,04*	32,318 <sup>ns</sup>	115,88*	23,65*	11,85*	2,27 <sup>ns</sup>	2,82*	15,92 <sup>ns</sup>	0,035*
Espaçamento (Esp.)	3	8,86 <sup>ns</sup>	365,679*	72,17*	7,89*	31,10**	3,09 <sup>ns</sup>	0,69*	72,95*	0,001 <sup>ns</sup>
Interação (Est. x Esp.)	3	14,63 <sup>ns</sup>	141,318*	26,27 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	2,09 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	17,11*	0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	16,01	22,92	9,23	0,77	1,77	2,01	0,18	4,97	0,001
CV (%)		15,07	19,45	22,83	15,89	21,69	21,02	13,71	9,16	22,32

<sup>ns</sup>Não significativo ( $F>0,05$ ); \*Significativo ( $F<0,05$ ).

Os valores da figura 5 evidenciaram que a altura de plantas no estágio reprodutivo foi superior (22,6%) às plantas colhidas no estágio vegetativo. Alguns autores deixam evidente a relevante contribuição do estágio de colheita em seus trabalhos, Blank *et al.* (2012) cultivaram genótipos diferentes de *Ocimum* em dois períodos de 180 dias obtiveram altura de plantas que variou de 46 cm a 80 cm. Bione *et al.* (2014) em seu experimento com manjericão cultivado em sistema hidropônico, registrou altura de planta de manjericão colhido aos 49 dias após transplântio entre 46 cm e 55 cm.

Figura 5 - Valores médios da altura de planta (cm) de manjeriço colhido em estádios distintos, vegetativo e reprodutivo. UFCA. Crato, 2015.



A colheita realizada no estádio vegetativo não apresentou diferença significativa dentro dos espaçamentos testados (Tabela 9). Os valores apresentados no estádio reprodutivo variou para os espaçamentos 0,30 m x 0,30 m (30 cm) e 0,40 m x 0,40 m (41,17 cm), mostrando diâmetros de copa superiores aos demais espaçamentos, porém não revelaram diferença entre si. Dados estes, que diferenciam do experimento, estudando o diâmetro da copa no espaçamento de 0,30 m foi superior somente ao espaçamento de 0,20 m (FAVORITO *et al.* 2011).

Resultado superior entre os estádios vegetativos e reprodutivos dentro de cada espaçamento pode ser observado apenas no espaçamento 0,40 m x 0,40 m com superioridade de aproximadamente 38,66% no reprodutivo, não apresentando diferença entre os demais espaçamentos.

Tabela 9 - Valores médios do diâmetro de copa (cm) de plantas de manjeriço colhidos em dois estádios, em diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.

Estádio	Espaçamento			
	0,10 m x 0,10 m	0,20 m x 0,20 m	0,30 m x 0,30 m	0,40 m x 0,40 m
Vegetativo	17,51 Aa	23,41 Aa	27,6 Aa	25,27 Ab
Reprodutivo	14,58 Ba	17,33 Ba	30 Aa	41,17 Aa

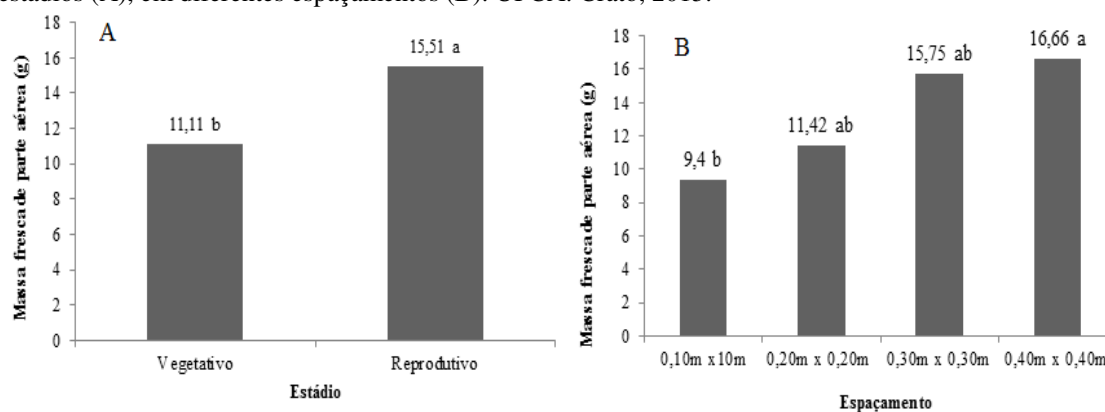
Letra maiúscula compara dados na linha, e letra minúscula na coluna. Média seguida de mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Entre os estádios de colheita testados (Figura 6a), o reprodutivo apresentou-se como a mais produtiva para massa fresca de parte aérea, atingindo um aumento no percentual de 28,36%, com relação ao estágio vegetativo.

É possível observar na figura 6b, que valores da massa fresca de parte aérea das plantas em função do espaçamento, apresentaram variabilidade, sendo que o espaçamento 0,40 m x 0,40 m foi superior apenas ao espaçamento 0,10 m x 0,10 m, os demais não diferiram do mesmo. Esses resultados também permitem inferir que plantas sob populações adensadas os processos metabólicos podem ser afetados, diminuindo a quantidade de nutrientes e aumentando a competição por recursos ambientais, o que justifica os dados apresentados para colheita e espaçamentos.

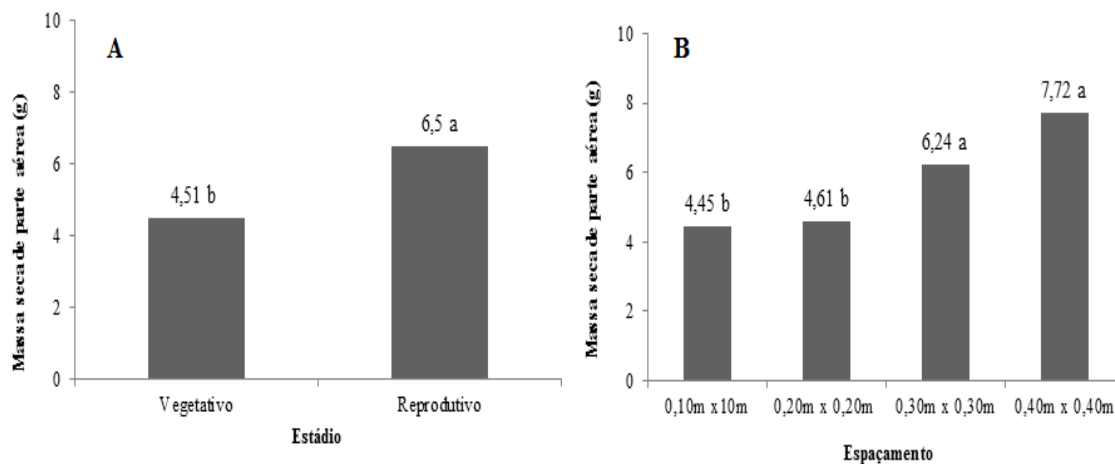
Trabalho com características semelhante a este experimento demonstra que o maior espaçamento seria o mais indicado, apresentando uma maior produção de massa fresca de parte aérea com menos custo de implantação (FAVORITO *et al.*, 2011). Segundo os mesmos autores, uma maior eficiência no uso da terra seria mais indicado para espaçamentos menores o que repercute positivamente ao produtor que está limitado a uma pequena propriedade.

Figura 6 - Valores médios da massa fresca de parte aérea (g) de plantas de manjeriço colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015.



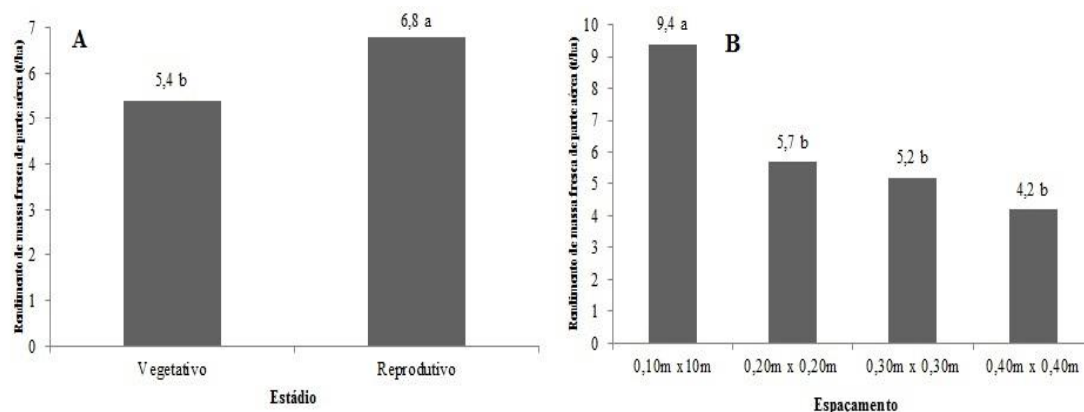
A produção de massa seca de parte aérea na colhida no estágio reprodutivo (Figura 7a) foi influenciada significativamente com incremento de 30,61% quando comparado com o estágio vegetativo. Por outro lado (Figura 7b), infere-se, portanto que o arranjo de plantas foi influenciado, sendo que o espaçamento 0,40 m x 0,40 m e 0,30 m x 0,30 m não diferenciaram entre si, mas demonstraram superioridade para os demais tratamentos, 0,20 m x 0,20 m e 0,10 m x 0,10 m que revelaram o mesmo comportamento estatístico.

Figura 7 - Valores médios da massa seca de parte aérea (g) de plantas de manjeriço colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015.



Levando em consideração a influência do estágio de desenvolvimento (Figura 8a), seu rendimento foi superior em 20,6 % para o reprodutivo. Já para o espaçamento (Figura 8b), o melhor rendimento foi para o espaçamento 0,10 m x 0,10 m com aproximadamente 41,2% de incremento com relação aos demais espaçamentos estudados. Resende, (2010) trabalhando com manjeriço cultivar Maria Bonita observou diferença nas duas épocas de corte para massa fresca de folhas nos diferentes meses do ano.

Figura 8. Valores médios de rendimento de massa fresca de parte aérea (t/ha) de plantas de manjeriço colhida em dois estádios (A), em diferentes espaçamentos (B). UFCA. Crato, 2015.



O comprimento de raiz foi influenciado significativamente (Tabela 9), demonstrando interação entre estágio de colheita e espaçamento. Os maiores comprimentos de raiz no estágio vegetativo após o transplante foram obtidos no espaçamento 0,40 m x 0,40 m, porém, não diferiu do espaçamento 0,20 m x 0,20 m,

mostrando diferença apenas para 0,10 m x 0,10 m o que pode está correlacionada a pouca área de exploração das raízes da planta sendo um dos principais fatores que limita seu crescimento. Quando observado o estágio reprodutivo, percebe-se que o espaçamento 0,40 m x 0,40 m não diferiu do espaçamento 0,30 m x 0,30 m e 0,20 m x 0,20 m, apenas o espaçamento 0,10 m x 0,10 m diferenciou dos dois maiores.

Tabela 9 - Comprimento de raiz (cm) de plantas de manjerição colhida em dois estádios em diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.

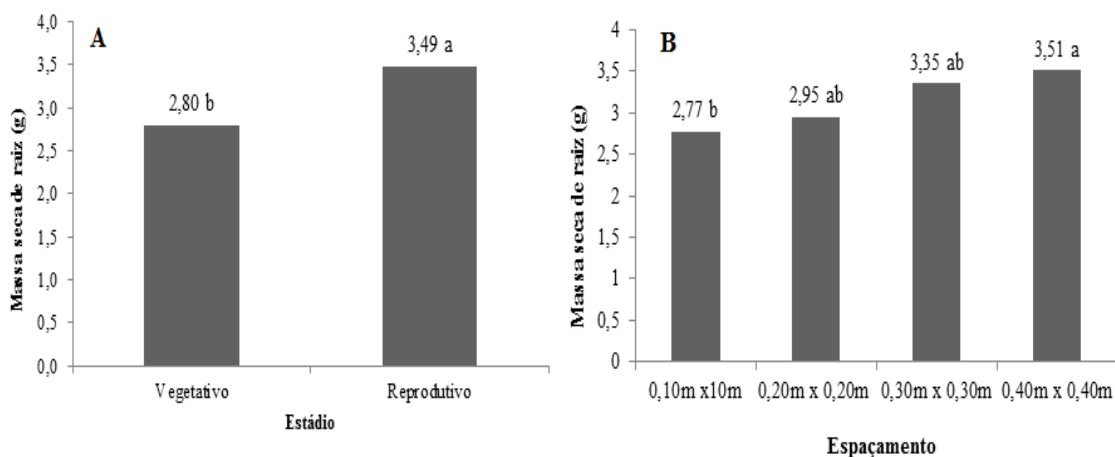
Estádio	Espaçamento			
	0,10 m x 0,10 m	0,20 m x 0,20 m	0,30 m x 0,30 m	0,40 m x 0,40 m
Vegetativo	20,13 Ca	26,96 ABa	24,15 BCa	29,43 Aa
Reprodutivo	19,16 Ba	21,67 ABb	26,5 Aa	26,83 Aa

Letra maiúscula compara dados na linha, e letra minúscula na coluna. Média seguida de mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na figura 9, houve diferença para os fatores separados. Quando observa a figura 9a, no estágio reprodutivo demonstrou superioridade ao estágio vegetativo. Provavelmente por dois motivos, por passar mais tempo em campo e/ou o crescimento da raiz se deu por conta da busca por nutrientes que com o decorrer do ciclo da cultura essa quantidade diminuir em determinados locais.

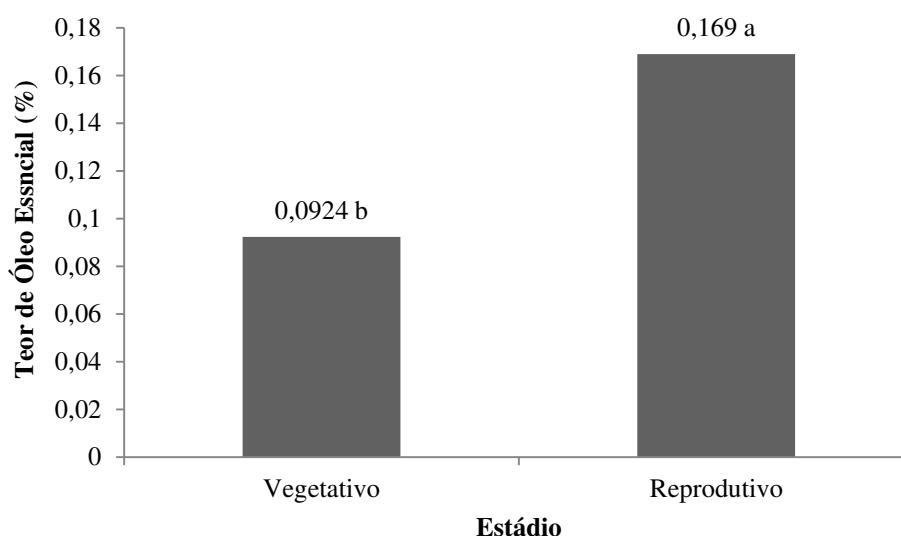
Quando comparado a variável massa seca de raízes (Figura 8b), observou-se que o espaçamento de 0,40 m x 0,40 m não diferiu estatisticamente dos tratamentos cujo espaçamento era 0,20 m x 0,20 m e 0,30 m x 0,30 m, embora tenha apresentado um maior valor numérico. Já o tratamento 0,10 m x 0,10 m não diferiu de 0,20 m x 0,20 m e 0,30 m x 0,30 m, diferindo apenas de 0,40 m x 0,40 m.

Figura 9 - Massa seca de raiz (g) de plantas de manjerição colhida em dois estádios, em diferentes espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.



Nota-se Figura 10, os dois estádios de colheitas avaliadas neste estudo, interferiram no teor do óleo essencial. Provavelmente, para a maior obtenção do teor de óleo essencial a colheita deverá ocorrer no estágio reprodutivo da planta, época provável de intensa translocação de metabolitos primários e secundários para formação de flores, frutos e sementes. Variação no rendimento do óleo essencial foi encontrada em quatro acessos e duas cultivares de manjeriço (*O. basilicum* L.) e com dois genótipos da mesma planta (LUZ *et al.*, 2009; VELOSO *et al.*, 2014).

Figura 10 - Teor de óleo essencial (%) de plantas de manjeriço submetidas a diferentes estádios de colheita e espaçamentos. UFCA. Crato, 2015.



Na tabela 10 estão descritos os valores para os compostos majoritários para cada tratamento. No estágio vegetativo o Linalol 17,92%, 33,78%, 39,75% e 35,84% e o Eugenol 13,17%, 11,98%, 11,98% e 13,5% para os quatro espaçamentos (0,10 m x 0,10 m; 0,20 m x 0,20 m; 0,30 m x 0,30 m e 0,40 m x 0,40 m) respectivamente. Já no estágio reprodutivo o linalol apresentou 47,49%, 52,70%, 53,81% e 56,80% e o eugenol, 15,30%, 10,35%, 8,17% e 7,59%. Isso demonstra que quando há um aumento no espaçamento a tendência é aumentar o composto majoritário principal linalol em quanto que para o eugenol a uma diminuição desse composto no óleo essencial, ou seja, inversamente proporcional. Mesmo assim, os dois compostos citados correspondem a mais de 63% do óleo essencial analisado. Outro fator importante, foi que quando as idades das plantas aumentam, ocorreu maior quantidade e qualidade no seu óleo essencial.



#### **4 CONCLUSÕES**

Nas condições em que foram realizados o estudo a produção de biomassa e teor de óleo essencial é mais adequada ao cultivo no espaçamento 0,40 m x 0,40 m, colhendo as plantas no estágio reprodutivo para a produção do óleo essencial.

Para obter uma melhor qualidade do óleo essencial e seu constituinte majoritário (linalol) o melhor espaçamento foi 0,40 m x 0,40 m com a colheita no estágio reprodutivo.

## REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. v.1, 237p.
- BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J.; DUMONT, A.C.; PAULA, V.F.; ISMAIL, F.M.D. Seasonal Variation in the Composition of Volatile Oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p.1959 -1965,2007.
- BIONE M. A.A.; PAZ, V. P. S.; SILVA, F.; RIBAS, R. F.; SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1228-1234, 2014.
- BLANK, A. F.; ROSA, Y. R. S.; CARVALHO FILHO, J. S.; SANTOS, C. A.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil. **Industrial Crops and Products**, v. 38, p. 93-98, 2012.
- BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK M. F., MANN, R. S.; BARRETO M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p.175-180. 2005.
- DEMUNER, A.J.; BARBOSA, L.C.A.; MAGALHÃES, C.G.; SILVA, C.J; MALTHA, C.R.A.; PINHEIRO, A.L. Seasonal variation in the chemical composition and antimicrobial activity of volatile oils of three species of *Leptospermum* (Myrtaceae) grown in Brazil. **Molecules**, v.16, n.2, p.1181-1191, 2011.
- FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHNEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, especial, p.582-586, 2011.
- FIGUEIREDO, L. S; BONFIM, F. P. G.; SIQUEIRA, C. S.; FONSECA, M. M.; SILVA, A. H.; MARTINS, E.R. Efeito da época de colheita na produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, n.2, p.154-158, 2009.
- LUZ, J. M. Q; MORAIS T. P. S; BLANK A. F; SODRÉ A. C. B; OLIVEIRA G. S.. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.349-353, 2009.

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

RADÜNZ, L. L. **Efeito da temperatura do ar de secagem no teor e composição dos óleos essenciais de guaco (*Micania glomerata sprengel*) e hortelã-comum (*Mentha x villosa Huds*)**. 2004. 90f. Tese (Doutorado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

RAMOS, M. B. M.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; SIQUEIRA, J. M.; ZIMINIANI, M. G. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.566-572, 2004.

REZENDE, R. F. Produção de biomassa e óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes épocas, ambientais de cultivo e tipos de adubação. 2010. 26f. Dissertação (Mestrado) – Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2010.

SILVA, F.; SANTOS, R.H.S.; ANDRADE, N.J.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V. W. D.; LIMA, R. R.; PASSARINHO, R. V. M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009, 848p

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SCHEIDT, G. N. Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.2, supl. I, p.364-371, 2014.

### **CAPÍTULO III**

## **INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA BIOMASSA, TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

## RESUMO

O manjeriço é considerado uma espécie aromática de sabor agradável, caracterizado pela presença de óleo essencial em suas folhas. O aroma dessa planta se deve a presença de compostos químicos majoritários, principalmente linalol e/ou eugenol, que por esse motivo é amplamente utilizada nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. Na perspectiva e importância de se ter conhecimentos agronômicos específicos sobre esta planta objetivou-se avaliar a produção de biomassa e óleo essencial do manjeriço com diferentes lâminas de irrigação. Esta pesquisa apresenta os resultados obtidos através da realização de um experimento que foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, constituído por duas cultivares e quatro lâminas de irrigação: 50%; 75%; 100% e 125% da taxa de evapotranspiração. Observou-se que com a diminuição da lâmina de irrigação, ocorreu menor produtividade de massa fresca indicando interação entre a quantidade de água disponibilizada e a necessidade da planta. Os dados de produtividade coletados para cada lâmina de irrigação variaram entre 11,12 t/ha<sup>-1</sup> e 27,17 t/ha<sup>-1</sup> para a cultivar Basilicão e 8,48 t/ha<sup>-1</sup> e 25,77 t/ha<sup>-1</sup> para a cultivar Grecco a Palla, onde se considera a menor e maior lâmina consumida, respectivamente. As duas cultivares trabalhadas apresentaram baixa sensibilidade quanto a produção de biomassa na redução da lâmina de irrigação. Quanto mais déficit hídrico, menor a produção e qualidade dos compostos majoritários (Linalol e Eugenol).

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L. Linalol. Produtividade. Semiárido.

## ABSTRACT

Basil is considered an aromatic species with testiness, characterized by the presence of essential oil in its leaves. The aroma of this plant is due to the presence of majoritarian chemical compounds, mainly linalool and/or eugenol, that for this reason is widely used in food, pharmaceutical and cosmetic industries. In the perspective and importance of having specific agronomic know ledges about this plant the objective of this study was to evaluate the production of biomass and essential oil of basil with different irrigation. This research present results obtained through the realization of an experiment that was conducted in a design completely randomized, in factorial scheme 2 x 4, constituted by two cultivars and four irrigation blades: 50%; 75%; 100% and 125% of the evapotranspiration rate. It's observed that with a lower irrigation blade, occurred lower fresh mass production indicating interaction between quantity of available water and the plant necessity. The productivity data collected for each irrigation blade ranged between 11,12 t/ha<sup>-1</sup> and 27,17 t/ha<sup>-1</sup> to the cultivar Basilicão and 8,48 t/ha<sup>-1</sup> and 25,77 t/ha<sup>-1</sup> to the cultivar Grecco a Palla, where it's considered the lowest and highest blade consumed, respectively. Both cultivars worked present low sensitivity as to the biomass production in the reduction of irrigation blade. The more water deficit, the less production and majoritarian compounds quality.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L. Linalool. Produtivity. Semiarid.

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta originária da África Central e Sudoeste Asiático, podendo ser utilizada para várias finalidades: medicinal, aromática e/ou condimentar e como fonte de óleo essencial, bastante valorizado no mercado pelo seu alto valor em decorrência do seu princípio ativo, o linalol. Para seu uso medicinal a essa planta é atribuída propriedades digestivas, sedativas, anti-epilética, controlam infecções causadas por bactérias, além de poder ser utilizadas contra parasitas que atacam o sistema digestivo humano (LORENZI e MATOS, 2002).

A produção mundial de óleos essenciais no início da década passada chegou a 45.000 toneladas, avaliadas em aproximadamente U\$ 700 milhões. No Brasil a estimativa de óleos essenciais correspondia a 13,5% da produção mundial (Rocha, 2002). Em algumas regiões do Nordeste, existem cultivos em maior escala com finalidade em produzir óleo essencial (FAVORITO *et al.*, 2011).

Os compostos do óleo essencial do manjeriço, extraídos das folhas e dos ápices com inflorescência, variam com a espécie e sua localização geográfica, podendo ser classificados em quatro diferentes tipos, de acordo com os componentes majoritários presentes em seu óleo essencial: quimiotipo metil chavicol, linalol-metil chavicol, eugenol e quimiotipo metil cinamato (MARTINS *et al.*, 2010).

Dessa forma, um conhecimento detalhado de como as plantas responde a determinado estresse abiótico é um dos pré-requisitos para escolher qual melhor prática de manejo, visando aperfeiçoar a exploração desses recursos de forma controlada (SMIT e SINGELS, 2006).

De acordo com Farias *et al.* (2008), a irrigação pode controlar ou suprimir os efeitos danosos da escassez hídrica. A técnica de irrigação é a forma mais correta de manejar a água na agricultura. A quantidade de água que infiltra no solo através da lâmina de irrigação, por exemplo, representam a capacidade de campo ou máximo armazenamento no solo para situações específicas, visando sempre à rentabilidade da cultura.

Assim, para contribuir com a crescente demanda do óleo essencial da planta, bem como o uso consciente da água na irrigação, objetivou-se avaliar a produção de biomassa e óleo essencial do manjeriço com diferentes lâminas de irrigação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material para propagação

As sementes de manjeriço utilizadas para produção das mudas pertencem as cultivares Alfavaca Basilicão (germinação 71%, pureza, 99,8% n° do lote 28628-S2) e Grecco a Palla (germinação de 70%, pureza 100% n° do lote 28627-S2), armazenadas em embalagens de 150 g (ISLA SEMENTES, 2015). Utilizou-se bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato na proporção 1:1 (v/v) de esterco bovino e solo areno-argiloso. Foram semeadas de 2 a 3 sementes por célula a uma profundidade de 0,5 cm.

### 2.2 Procedimentos para confecção dos vasos para lisimetria

Os vasos de plástico termorrígido foram comprados em casa comercial na cidade do Crato, CE, cada um com capacidade de aproximadamente 14 kg (Figura 11). Para a elaboração do lisímetro de drenagem utilizado no cultivo de manjeriço todos os vasos foram perfurados na parte inferior ficando um pequeno orifício, onde foi conectada uma mangueira de nível fina transparente de 20 cm de comprimento. E para não haver vazamentos, foi realizada uma conexão ligando o vaso a uma garrafa“pet” com capacidade para 0,5 litro vedada com cola, que recebeu diariamente a água drenada do vaso.

Figura 11 - Confecção de lisímetro de drenagem para o cultivo de manjeriço que foi implantado na UFCA. Crato, 2015.



Confecção de um lisímetro feito da seguinte forma: no fundo colocou-se uma fina camada de brita aproximadamente 1 kg (Figura 11), em cima colocou-se um forro confeccionado de saco de nylon para facilitar a drenagem, não entupir a mangueira e nem armazenar substrato na garrafa e, por fim, colocado a mistura pronta.

O cultivo foi feito nestes vasos confeccionados, com solo areno-argiloso, coletado na camada de 0 a 20 cm do solo do local do experimento. A caracterização química do solo utilizado está representada na tabela 11. No preparo e enchimento dos vasos, o solo coletado foi peneirado e misturado com a mesma quantidade de esterco bovino de forma a se obter uma mistura homogênea (esterco e solo na proporção 1:1 (v/v)) e colocado em cada vaso 10 kg do substrato ou mistura pronta.

Tabela 11 - Características químicas do solo que foi utilizado para enchimento dos vasos para o experimento implantado na UFCA. Crato, 2015.

Amostra	--g Kg <sup>-1</sup> --		----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----								-----%-----			dS m <sup>-2</sup>	
	C	MO	pH	P	S-SO <sub>4</sub>	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	PST	m	CE
0-20 cm	34,2	59	8,3	28,1	46,2	17,83	54,87	70	18	N.D	1,65	160,7	99	94	11	0	6,69

### 2.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 4, constituído da seguinte forma: duas cultivares (Alfavaca Basilicão e Grecco a Palla) e quatro lâminas de irrigação, referentes a: 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração da cultura (Etc), com quatro repetições, sendo que cada vaso correspondeu a uma planta, totalizando 32 vasos (ou plantas) e mais quatro vasos sem cultura para servir de base para calcular a evaporação do solo.

### 2.4 Implantação e condução do experimento

O transplântio para os vasos deu-se quando as mudas atingiram uma altura média de oito centímetros, com quatro a seis folhas definitivas, aos 36 dias após a semeadura. Foram construídos 12 lisímetros (4 para vasos sem cultura, 4 para cultivar Basilicão e 4 para cultivar Greco a Palla os quais correspondia a 100% da evaporação e

evapotranspiração para cultura) sendo que os demais tratamentos recebiam a quantidade de água proporcional a leitura desses lisímetros diariamente.

Na implantação do experimento foram colocadas em cada vaso, pequenas quantidades de água até o substrato atingir sua capacidade de campo, total que se deu quando adicionou 1,5 litros de água, sendo observada com o início da drenagem da água para a garrafa de armazenamento, totalizando a capacidade máxima de campo.

As mudas foram transplantadas e ficaram 7 dias recebendo água de acordo com sua necessidade (100% da evapotranspiração da cultura), período de adaptação, após esse tempo foi aplicado os tratamentos descritos anteriormente.

Durante a condução do experimento não foi necessário o uso de agroquímicos para controle de pragas ou doenças, já para plantas infestantes o controle foi feito através da catação manual semanalmente para não haver interferência nos tratamentos.

A colheita foi feita aos 40 dias após o transplante em consequência do florescimento das plantas que estava com um déficit hídrico. A leitura dos lisímetros foi feita diariamente de acordo com as variáveis descritas a seguir.

## 2.5 Variáveis analisadas

### 2.5.1 Calcular a evaporação ou evapotranspiração da cultura

Para a determinação da evaporação no vaso sem cultura e evapotranspiração dos vasos com cultura foi utilizado 12 lisímetro de drenagem, já descrito anteriormente.

A determinação dessa variável foi determinada pelo método de lisimetria, que consiste no balanço hídrico, sendo fundamentada na lei da conservação das massas, apresentada por Reichardt (1985) equação 1:

$$P+I-D-E= \pm h$$

Em que:

P: Precipitação natural, em mm;

I: Lâmina de irrigação, em mm;

D: Lâmina de drenagem, em mm;

E: Evaporação ou evapotranspiração da cultura, em mm;

h: Variação da armazenagem da água no solo dentro dos lisímetro, em mm.

Os vasos foram pesados diariamente para obter-se a variação da armazenagem da água no solo dentro dos lisímetro. Em virtude das possíveis chuvas ocasionais foi feita uma cobertura com plástico para evitar que entrasse água nos vasos por precipitação, onde a mesma foi desconsiderada. Assim a equação para o cálculo da evaporação ou evapotranspiração da cultura ficou reduzida a seguinte expressão:

$$E = h + I - D$$

O volume de água da evaporação ou evapotranspiração foram determinados diariamente em cada vaso, sendo obtido pelo peso do vaso no dia anterior menos o peso no dia atual (h), mais o volume aplicado em cada vaso menos o respectivo volume drenado no dia seguinte. Para a transformação dos volumes da evaporação, evapotranspiração de referência e evapotranspiração da cultura obtidos em cada vaso para valores de lâmina, fez-se a divisão destes pela área média dos vasos.

O calculo da evaporação ou evapotranspiração ficou representado pela equação 2:

$$E = \frac{(L(j) - L(j - 1)) + I - D}{7,07 \times 10^{-2}}$$

Em que:

E: Evaporação ou evapotranspiração diária (mm);

L<sub>j</sub>: Leitura do lisímetro no dia j (kg);

L<sub>(j<sup>-1</sup>)</sub>: Leitura do lisímetro no dia anterior j<sup>-1</sup> (kg);

I: Irrigação no dia j (litros);

7,07x10<sup>-2</sup> : Área do lisímetro (m<sup>2</sup>);

D: água drenada (retirada) do lisímetro (litros);

A densidade relativa da água foi considerada igual à unidade (d= 1).

### 2.5.2 Coeficiente cultural

Utilizando os valores diários da evapotranspiração de referência e da cultura para os tratamentos com maiores produtividades ocorridos por maior disponibilidade hídrica, calcularam-se os coeficientes de cultura nos diferentes tratamentos, por meio da Equação 3, apresentada por Doorenbos; Pruitt (1975), como:

$$Kc = \frac{ETc}{ETo}$$

Em que:

ETc: Evapotranspiração da cultura, em mm/dia;

ETo: Evapotranspiração de referência, em mm/dia.

Para calcular a ETo, foi considerado FAO-Penman – Monteith, que define ET em função de uma cultura de referência hipotética de altura 12 cm, um valor fixo de resistência da cultura ( $70 \text{ s m}^{-1}$  e albedo (0,23): está equação na forma de cálculo para 24 horas é destacada pela equação 4 (ALLEN *et al.*, 1998).

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (Ea - Ed)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

Em que:

Eto: Evaporação da cultura de referência ( $\text{mm d}^{-1}$ );

Rn: Radiação líquida na superfície da cultura ( $\text{Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ );

G: Fluxo de calor do solo ( $\text{Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ );

T: Temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );

$U_2$ : Velocidade do vento medida a 2 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ );

$(e_a - e_d)$ : Déficit da pressão de vapor (Kpa);

$\Delta$ : Declividade da curva da pressão do vapor (Kpa);

$\gamma$ : Constante psicométrica ( $\text{Kpa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

Este foi feito com Software REF-ET (ALLEN, 2002) e dados da estação meteorológica da INMET de Barbalha (13 km do local do experimento).

### 2.5.3 Fator de resposta de produção ( $K_y$ )

Este fator é obtido pela equação 5 (STEDUTO *et al.*, 2012):

$$K_y = \frac{\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right)}{\left(1 - \frac{ET_a}{ET_x}\right)}$$

Em que:

$Y_x$  e  $Y_a$  são as produtividades máximas e as reais ( $Mg \cdot ha^{-1}$ );

$ET_x$  e  $ET_a$  são evapotranspiração máxima e real;

$K_y$  é um fator de resposta de produção que representa o efeito que uma redução da evapotranspiração tem nas perdas de produtividade.

#### *2.5.4 Crescimento vegetativo*

Para cada tratamento foi avaliado: altura de planta (ALT) em centímetro, massa fresca de parte aérea (MFPA) em gramas e teor de óleo essencial (TOE) em porcentagem. Para a extração do óleo essencial foram pesadas 200 g de folhas juntamente com inflorescências para realizar a extração durante 90 minutos e posteriormente o óleo essencial foi pesado em balança analítica (0,0001 g), colocado em recipientes apropriados, armazenado em freezer para ser identificado seus compostos majoritários.

#### **2.6 Análise estatística**

A análise de regressão foi empregada quando havia significância para as lâminas de irrigação testadas, empregados o software para cálculos estatísticos SISVAR (FERREIRA, 2010) e Microsoft Excel 2010 para confecção dos gráficos e tabelas.

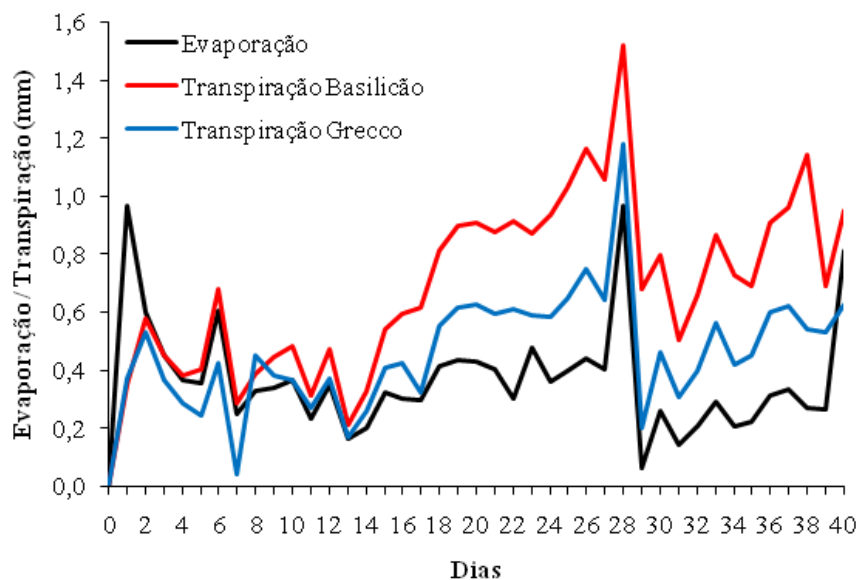
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Evaporação e Evapotranspiração

Registra-se a evaporação dos vasos sem cultura e evapotranspiração das cultivares de manjeriço Basilicão e Grecco a Palla (Figura 12). Observa-se um aumento da transpiração das plantas nos primeiros sete dias de cultivo, aumento que pode está relacionado com uma maior área de solo exposto a radiação solar, onde a planta ainda tem um porte pequeno, com pouca capacidade de sombrear a superfície do vaso.

Mesmo com o desenvolvimento da planta a evaporação e evapotranspiração continuaram aumentando, o que pode ser justificado pelo aumento de temperaturas (Figura 13). Isso coincide com a época do ano, baixa umidade e maior escassez de água para essa região. No final do ciclo da cultura percebe-se uma diminuição no consumo de água, comportamento parecido com o pós transplantio, fato que fica atrelado ao período que antecede a senescência da cultura.

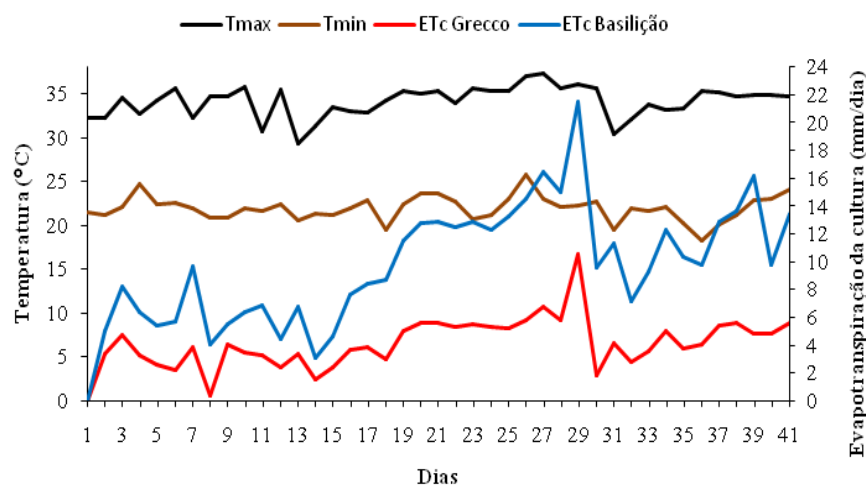
Figura 12 - Evaporação, evapotranspiração para a cultura do manjeriço de duas cultivares (Basilicão e Grecco a Palla). UFCA. Crato, 2015.



O comportamento da evapotranspiração em relação à temperatura máxima e mínima para todo o ciclo da cultura encontra-se na Figura 13. O valor total da evapotranspiração para a cultivar Basilicão e Grecco a Palla foi de 397,449 e 266,786 mm com média de 9,94 e 6,67 mm/dia, respectivamente. Pode-se apontar que o

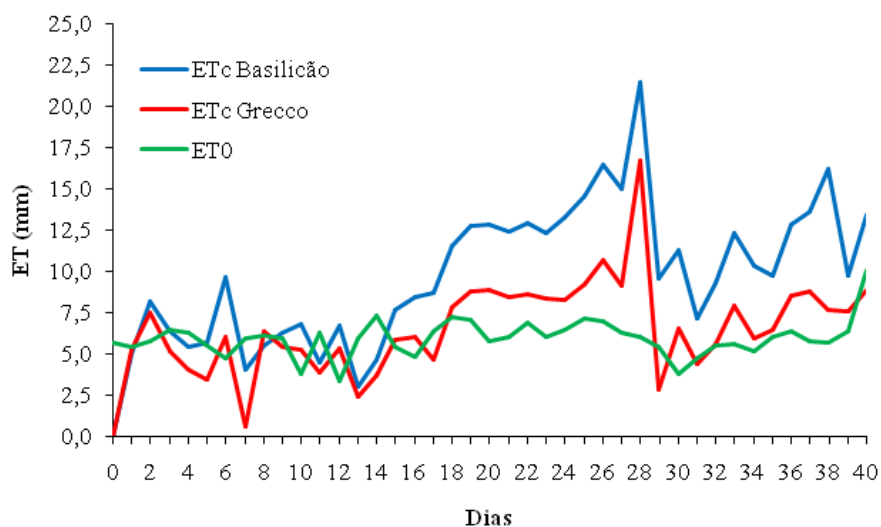
aumento significativo da evapotranspiração se deu em decorrência da elevação da temperatura nos dias antecedentes, onde a temperatura mínima e máxima registrada foi de 22,9 °C e 37 °C, respectivamente. Temperaturas ótimas de crescimento tem uma média de 20 °C (ALMEIDA, 2006), para Marques *et al.*, 2015; May et al., 2008 observaram maiores valores de temperatura ótimas, porém não atribuíram redução na produção.

Figura 13 - Variação da temperatura máxima, mínima e da evapotranspiração da cultivar Basilção e Grecco a Palla, durante o período de cultivo. UFCA. Crato, 2015.



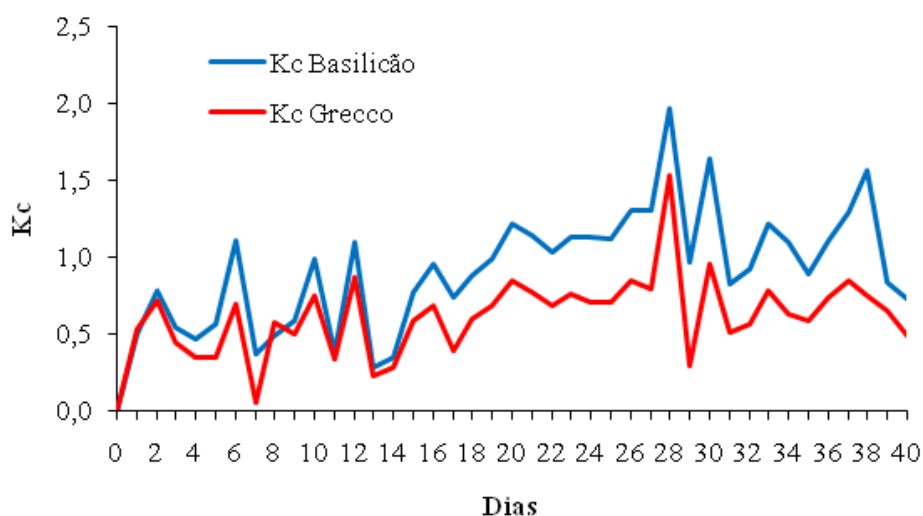
Valores diários da evapotranspiração das duas cultivares até os vinte dias mantiveram-se na média da evapotranspiração de referência (Eto), apresentando um comportamento que oscilou entre 3,79 e 7,31 mm dia<sup>-1</sup>, a partir desse período a ETc do Basilção e ETc do Grecco a Palla ficaram acima da média da Eto. Isso deve-se provavelmente ao fato do experimento ter sido realizado em um ano atípico (Figura 14). Alvarenga et al. (2012), observaram que a evapotranspiração média do alecrim pimenta foi de 4,0 mm dia<sup>-1</sup>, discordante deste trabalho, cujos médias foram superiores.

Figura 14 - Evapotranspiração da cultura (ETc) para a cultivar Basilicão, Grecco a Palla e evapotranspiração de referência (Eto) durante o período de cultivo. UFCA. Crato, 2015.



O coeficiente cultural (Kc) para as duas cultivares de manjeriço (Basilicão e Grecco a Palla) (Figura 15). Inicialmente os cinco primeiros dias foram denominados de adaptação das mudas ao ambiente do vaso, e para os dias seguintes, período de crescimento vegetativo, houve um aumento entre o décimo terceiro e vigésimo sétimo dia. Com o crescimento e desenvolvimento da planta verificou-se que o Kc atingiu valores máximos de produção e consumo, e voltou a declinar os valores de Kc no estágio final da planta nos últimos oito dias em decorrência da aproximação do final do ciclo da planta.

Figura 15 - Kc observado diariamente para a cultura do manjeriço (Basilicão e Grecco a Palla). UFCA. Crato, 2015.



O Kc é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos da cultura trabalhada devendo, de preferência ser determinado para as condições de cada

local específico nas quais será conduzido o trabalho. Portanto, esse parâmetro só deve ser utilizado para a região onde foi conduzido o experimento o que pode mudar de acordo com o método para o cálculo da Eto (MEDEIROS *et al.*, 2004).

Ao longo das fases fenológicas das cultivares de manjeriço os valores de Kc variaram bastante. Oscilações também encontradas em trabalhos com outras plantas medicinais (LOPES *et al.*, 2011; MOREIRA *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 1999).

### 3.2 Fator de resposta de produção (Ky)

Para a produtividade das cultivares de manjeriço considerando o fator de resposta de produção (Ky) (Tabela 12), observou-se que com a diminuição da disponibilidade hídrica ocorreu uma menor produtividade, indicando que essa diminuição está ligada a quantidade de água disponibilizada. Os dados de produtividade coletados para cada lâmina de irrigação variaram entre 11,12 t/ha<sup>-1</sup> e 27,17 t/ha<sup>-1</sup> para a cultivar Basilicão e 8,48 t/ha<sup>-1</sup> e 25,77 t/ha<sup>-1</sup> para a cultivar Grecco a Palla, onde considerando a menor e maior lâmina consumida respectivamente.

Segundo Doorenbos; Kassam, (1979) as culturas são classificadas, quanto à sua sensibilidade ao déficit hídrico, podendo ser dividida em uma escala com quatro categorias: 1 –  $Ky < 0,85$  (baixa), 2 –  $0,85 < Ky < 1,00$  (baixa/média), 3 –  $1,00 < Ky < 1,15$  (média/alta) e 4 –  $Ky > 1,15$  (alta)

A cultivar Basilicão e Grecco a Palla demonstraram sensibilidade baixa quando utilizaram-se 25% e 50% a menos na lâmina de irrigação recomendada. Sendo o Ky do Basilicão de 0,77 e 0,82 e do Grecco a Palla 0,49 e 0,97, respectivamente para as duas lâminas de irrigação.

Tabela 12 - Valores de evapotranspiração máxima (ETx) e evapotranspiração real (ETa), produtividades máximas (Yx) e produtividades reais (Ya) e fator de resposta de produção (Ky) que representa o efeito que uma redução da evapotranspiração tem nas perdas de produtividade. UFCA. Crato, 2015.

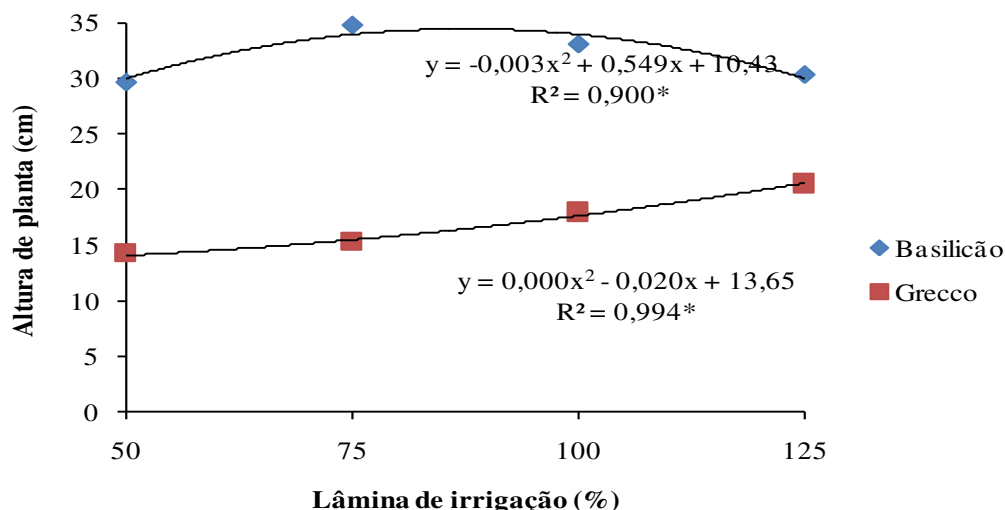
Ya = produção biomassa Mg/ha

<b>Basilicão</b>									
Trat	Eta	ETx	ETa/ETx	$1 - (ETa/ETx)$	Ya	Yx	Ya/Yx	$1 - (Ya/Yx)$	Ky
Evap. 100%	397,45	397,45	1,00	0,00	20,37	20,37	1,00	0,00	0,00
Evap. 75%	267,88	397,45	0,67	0,33	15,23	20,37	0,75	0,25	0,77
Evap. 50%	178,59	397,45	0,45	0,55	11,12	20,37	0,55	0,45	0,82
Evap. 125%	446,46	397,45	1,12	-0,12	27,17	20	1,33	-0,33	2,71
<b>Grecco</b>									
Trat	Eta	ETx	ETa/ETx	$1 - (ETa/ETx)$	Ya	Yx	Ya/Yx	$1 - (Ya/Yx)$	Ky
Evap. 100%	266,79	266,79	1,00	0,00	18,41	18	1,00	0,00	0,00
Evap. 75%	176,53	266,79	0,66	0,34	15,35	18	0,83	0,17	0,49
Evap. 50%	117,69	266,79	0,44	0,56	8,48	18	0,46	0,54	0,97
Evap. 125%	294,22	266,79	1,10	-0,10	25,77	18	1,40	-0,40	3,89

### 3.3 Crescimento vegetativo

Observa-se que o melhor ajuste foi a regressão polinomial para altura de planta em função das lâminas de irrigação (Figura 16). O déficit de água reflete negativamente no crescimento da planta assim como o excesso. Na cultivar Basilicão percebe-se uma menor tolerância quando observado a tendência da curva, que foi afetada com o excesso de água. Para a cultivar Grecco a Palla a lâmina interfere na produtividade quando fica abaixo da lâmina ideal para a cultura, sendo que o excesso demonstra a mesma produção da lâmina a 100% da evapotranspiração, provavelmente por causa da drenagem ou tolerância dessa cultivar.

Figura 16 - Lâminas de irrigação e altura de plantas, em cultivares de manjeriço. UFCA. Crato, 2015.

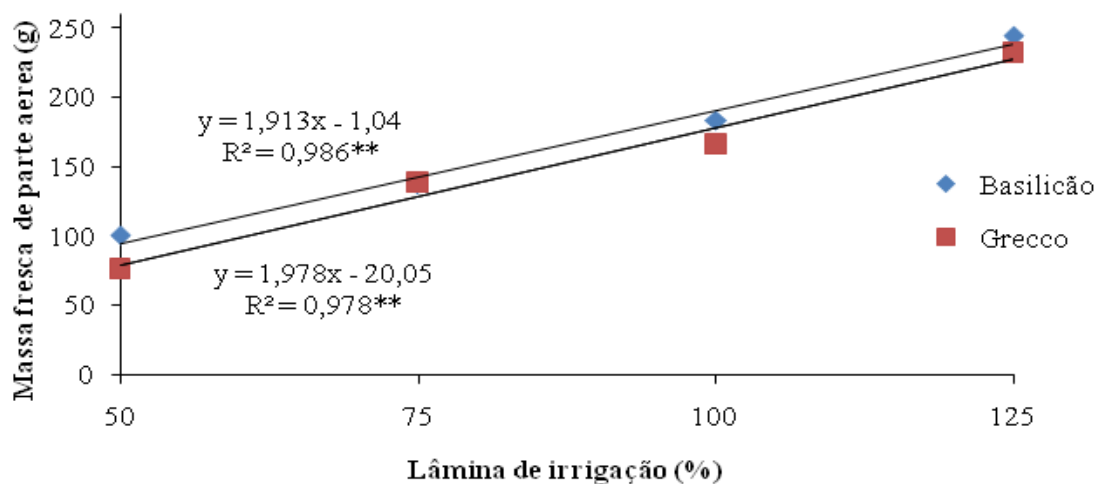


Este resultado estar correlacionado ao fato de plantas em seu estágio normal ou próximo a capacidade de campo, apresentarem crescimento superior aos tratamentos submetidos a déficit hídrico e, conseqüentemente, ter um melhor comportamento no seu desenvolvimento (CASTRO *et al.*, 2005). Ao contrario, plantas com déficit hídrico, naturalmente ocorre uma redução do seu porte e diminuição da perda de água por transpiração, sendo assim uma estratégia de sobrevivência (CRISTOFIDIS, 2007; MEIRA *et al.*, 2013).

Para a massa fresca de parte aérea houve uma tendência linear para as duas cultivares (Figura 17). O déficit de 50% e 25% da lâmina de irrigação ideal causa uma diminuição na produção. Já o excesso de 25% não prejudica a planta que manteve uma produção até maior que a lâmina de 100% da evapotranspiração, provavelmente pela capacidade de drenagem do substrato ou tolerância da planta. Apesar do índice de produção manter-se em bons níveis, não recomenda-se utilizar uma lâmina acima do permitido, o que reflete em um desperdício de uma grande quantidade de água.

Quando estão associados fatores abióticos, como a radiação solar e boas condições hídricas a planta aumenta a transpiração e conseqüentemente o consumo hídrico, o que resulta em incremento na produção da biomassa (LOPES *et al.*, 2011 e MEIRE *et al.*, 2013).

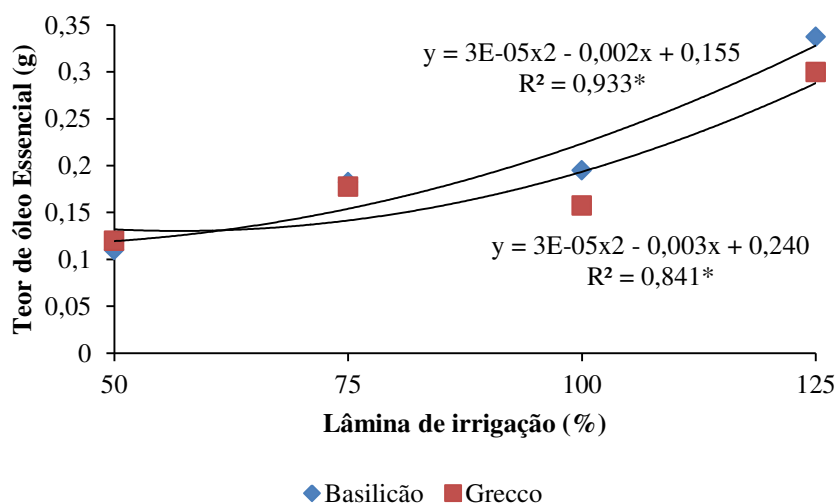
Figura 17 - Lâminas de irrigação e massa fresca de parte aérea (MFPA) em cultivares de manjerição. UFCA. Crato, 2015.



Para o teor de óleo essencial a lâmina de irrigação influenciou nos valores obtidos (Figura 18). Observa-se que a variação na disponibilidade hídrica causada pelas frações menores que 100% da evapotranspiração manteve-se com valores aproximados com relação a produção do óleo essencial. Conforme demonstra, o aumento na lâmina de 25%, as duas cultivares obtiveram os melhores resultados para os compostos secundários.

O déficit de água na irrigação para algumas plantas diminui o teor de óleo essencial (MARCUM, 2006; CARVALHO *et al.*, 2003), mais regimes hídricos restritos em curto espaço de tempo aumentaram a sua concentração (FARAHANI *et al.*, 2009 e ABBASZADEH *et al.*, 2009).

Figura 18 - Lâminas de irrigação e teor de óleo essencial de cultivares em manjerição. UFCA. Crato, 2015.







#### **4 CONCLUSÕES**

Das análises dos resultados em que se conduziu o experimento, chega-se as seguintes conclusões para as cultivares testadas:

1. As duas cultivares trabalhadas apresenta baixa sensibilidade quanto à produção de biomassa na redução da lâmina de irrigação.
2. A Lâmina de 100% da evapotranspiração é recomendada para a produção de massa fresca para as duas cultivares.
3. A cultivar Basilicão é recomendada para a produção e qualidade do óleo essencial para as condições do Cariri cearense.
4. A menor produção e qualidade dos compostos majoritários (Linalol e Eugenol), foram observados no maior déficit hídrico.

## REFERÊNCIAS

- ABBASZADEH, B. *et al.* Effects of irrigation levels on essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.). **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v.3, n.1, p.53-56, 2009.
- ALVARENGA, I.C.A.; LOPES, O.D.; PACHECO, F.V.; OLIVEIRA, F.G.; MARTINS, E.R. **Fator de resposta do alecrim-pimenta a diferentes lâminas de irrigação**. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 462-468, 2012.
- ALLEN, R. G. REF-ET: Reference Evapotranspiration Calculation Software for FAO and ASCE Standardized Equations, University of Idaho, 2002.
- ALLEN, R. G. *et al.* **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO, irrigation and drainage, paper 56, Roma, 300p. 1998.
- CASTRO, P.R.C. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 651p.
- CRISTOFIDIS, D. Água: um desafio para a sustentabilidade do setor agropecuário. Série Irrigação e Água I. **Agrianual**, Instituto FNP, v.11, p.37-42, 2007.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requirements: Revised**. Roma, FAO, Irrigation and Drainage Paper, 24, 144p.1975.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. (Technicalnote, 33).
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.356–362, 2008.
- FARAHANI, H.A. *et al.* Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.3, n.5, p.329-333, 2009.
- FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHNEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.582-586, 2011.
- FERREIRA D. F. **Sistema de análise SISVAR - de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA. 2010.
- GONZÁLEZ-ZÚÑIGA, J. A.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, H. M.; GONZÁLEZ-PALOMARES, S.; ROSALESREYES, T.; ANDRADE-GONZÁLEZ.

Microextracción en fase sólida de compuestos volátiles de esenbahaca (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Acta Universitaria**. v. 21, n.1, p.17-22, 2011.

ISLA Sementes: Disponível em: < <https://isla.com.br>>. Acesso em 3 mar. 2015.

LOPES, O. D.; KOBAYASHI, M. K.; OLIVEIRA, F. G.; ALVARENGA, I. C. A.; MARTINS, E. R.; CORSATO, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.15, n.6, p.548-553, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. Nova odessa: PLANARUM, 2002. 544p.

MARCUM D. B. HANSON B. R. Effect of irrigation and harvest timing on peppermint oil yield in California. *Agricultural Water Management*, v.2, n.1-2, p. 118-128, 2006.

MARQUES, P. A. A.; JOSÉ, J. V.; ROCHA, H. S.; JÚNIOR, E. F. F.; SOARES, D. A.; DUARTE, S. N. Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro de drenagem. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 745-761, 2015.

MARTINS, A.G. L.A.; NASCIMENTO, A.R.; FILHO, J.E.M.; FILHO, N.E.M.; SOUZA, A.G.; ARAGÃO, N.E.; SILVA, D.S.V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli enteropatogênicas isoladas* de alfaces. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p.1791-1796, 2010.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.4, p.513-519, 2004.

MEIRA, M. R.; MELO, M. T. P.; MARTINS, E. R.; PINTO, M. J. S.; SANTANA, C. S. Crescimento vegetativo, produção de fitomassa e de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. sob diferentes lâminas de irrigação. *Ciência Rural* [online]. 2013, vol.43, n.5, pp.779-785, 2013.

MOREIRA, E. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P.; MELO, M. T. P. DE.; CARVALHO JUNIOR, W. G. O.; MARTINS, E. R. Evapotranspiração e coeficiente da cultura do alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) sob diferentes lâminas de irrigação. in: congresso nacional de irrigação e Drenagem, 57, 2009, Monte Claros. **Anais...** Montes Claros: UFV, 2009.

NASCIMENTO, J.C.; BARBOSA, L.C.A.; PAULA, V.F.; DAVID, J.M.; FONTANA, R.; SILVA, L.A.M.; FRANÇA, R.S. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims. And *Ocimum selloi* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, n.3, p.787-799, 2011.

PIRES, R.C.M. *et al.* Manejo da irrigação em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.18, supl, p.147-158, 2000.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas, fundação Cargill, 486p, 1985.

ROCHA, R. P. **Avaliação do processo de secagem e produção de óleo essencial de guaco**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002, 57 p.

ROSADO, L. D. S.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjeriço cv. Maria Bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.2, p.291-296, 2011.

SMIT, M. A. & SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Cambridge, v. 98, p. 91-97, 2006.

STEDUTO, P.; HSIAO, T. C.; FERREIRA, E.; RAES, D. **Crop yield response to water**. Roma: FAO, Irrigation and Drainage, PAPER 66, 519P. 2012.

TEIXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V. DE; SILVA, B. B. DA; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.3, p.413-416, 1999.

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

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SCHEIDT, G. N. Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.2, supl. I, p.364-371, 2014.