



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MANJERICÃO

JÉSSIKA ANDREZA OLIVEIRA PINTO

2017



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

JÉSSIKA ANDREZA OLIVEIRA PINTO

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES E
HÍBRIDOS DE MANJERICÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador
Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

P659i Pinto, Jéssika Andreza Oliveira
Influência da época de plantio na produção de cultivares e híbridos de manjerição
/ Jéssika Andreza Oliveira Pinto. – São Cristóvão, 2017.
41 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank

1. *Ocimum basilicum*. 2. época seca. 3. época chuvosa. 4. diversidade química. I. Título.

CDU: 635.71

JÉSSIKA ANDREZA OLIVEIRA PINTO

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES E
HÍBRIDOS DE MANJERICÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 03 de fevereiro de 2017.

Prof. Dr. Thiago Matos Andrade
UFS

Prof. Dr. Renato Innecco
UFC



Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank
UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

*Meus pais, irmãos, amigos e orientadores,
assim como a todos que contribuíram na
construção deste trabalho*
Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ser meu refúgio nos momentos de temor, aflição e incertezas. Obrigada por se fazer presente na minha vida me dando sempre força e não fazendo com que eu desista dos meus objetivos.

Aos meus pais, pela compreensão em todas as vezes que estive ausente e pela total confiança depositada em mim.

Aos meus irmãos, por serem companheiros e protetores em todos os momentos da minha vida.

Agradeço também a Ruan por ser esse companheiro maravilhoso que sempre me mostra o quanto sou capaz e que me deu forças em todos os momentos ao longo dessa etapa da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Arie, agradecendo a paciência, ensinamentos e a enorme experiência adquirida nesses anos. É uma imensa alegria e satisfação trabalhar com o senhor.

Ao Grupo de Plantas Medicinais Aromáticas, Condimentares e Olerícolas (GPMACO) em especial ao Prof. Dr. Thiago por todo auxílio e orientação durante a condução da pesquisa. Aos amigos Katily, Dennis, Luis, Carlos, Vanderson, Willian, Gencivaldo e todos os funcionários do “Campus Rural” pela amizade e imensa ajuda na execução desse trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Sergipe - UFS por difundir cidadãos críticos e preparados para exercer da melhor forma a profissão.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade, por sempre procurar inserir mudanças que levem o Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade ao nível de excelência para formar, sobretudo, profissionais capacitados às exigências do atual mercado de trabalho.

Ao CNPq, CAPES e FAPITEC/SE, meus agradecimentos, pelo apoio financeiro à pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1. Origem, botânica, usos e importância econômica	1
2.2. Influência das épocas de plantio e de colheita na produção de plantas aromáticas.....	3
2.3. Desempenho de genótipos e melhoramento genético	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. ARTIGO 1: DESEMPENHO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MANJERICÃO CULTIVADOS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	15
4.1. Introdução	16
4.2. Material e Métodos	16
4.3. Resultados e Discussão	18
4.4. Referências Bibliográficas	21
5. ARTIGO 2: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MANJERICÃO CULTIVADOS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	24
5.1. Introdução	25
5.2. Material e Métodos	26
5.2.1. Material vegetal e desenho experimental.....	26
5.2.2. Extração e análise do óleo essencial	26
5.2.3. Identificação dos constituintes do óleo essencial.....	27
5.2.4. Análise estatística	27
5.3. Resultados.....	28
5.4. Discussão	29
5.5. Referências Bibliográficas	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura		Página
1	Precipitação (mm) e temperatura média (°C) na área experimental durante os períodos de cultivo nas épocas seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016). São Cristóvão-SE, UFS, 2016.....	17

ARTIGO 2

Figura		Página
1	Dendrograma bidimensional representando a similaridade entre 24 genótipos de manjerição para a composição química do óleo essencial na época seca (A) e chuvosa (B).....	34
2	Média dos principais compostos químicos do óleo essencial de 24 genótipos de manjerição, cultivados nas épocas seca e chuvosa	35
3	Distribuição dos compostos químicos do óleo essencial de plantas de manjerição em relação aos dois componentes principais através da análise de componente principal (ACP)	36

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela	Página
1 Médias das variáveis, altura de planta (cm planta^{-1}), largura de copa (cm planta^{-1}), massa seca de folhas (g planta^{-1}) e rendimento (mL planta^{-1} e L ha^{-1}) de óleo essencial de cultivares e híbridos de manjeriço cultivados nas épocas seca (outubro-dezembro/2015) e chuvosa (abril-junho/2016). São Cristóvão-SE, 2016.....	19
2 Resumo da análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para as variáveis altura de planta (AP), largura de copa (LC), massa seca de folhas (MSF) e rendimento de óleo essencial (RO) de cultivares e híbridos de manjeriço cultivados nas épocas seca (outubro-dezembro/2015) e chuvosa (abril-junho/2016). São Cristóvão-SE, UFS, 2016.....	21

ARTIGO 2

Tabela	Página
1 Identificação dos genótipos de manjeriço cultivados nas épocas de plantio seca e chuvosa no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil	37
2 Teores (%) de óleo essencial e dos principais constituintes químicos de 24 genótipos de manjeriço, sendo 20 cultivares e 4 híbridos, cultivados nas épocas de plantio seca, no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil.....	38
3 Coeficientes de correlação dos compostos químicos dos óleos essenciais de genótipos de manjeriço cultivados em duas épocas em São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil.....	39
4 Resumo da análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para os principais compostos químicos e teor do óleo essencial de cultivares e híbridos de manjeriço, cultivados em duas épocas de plantio	40

RESUMO

PINTO, Jéssika Andreza Oliveira. **Influência da época de plantio na produção de cultivares e híbridos de manjeriço.** São Cristóvão: UFS, 2017. 41p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).*

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma espécie medicinal, aromática e condimentar muito consumida no país e no mundo. Diante da necessidade de informações a respeito das variedades de manjeriço e de produção de óleo essencial, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da época de plantio na produção de cultivares e híbridos de manjeriço. Para o ensaio utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas 24 genótipos de manjeriço, sendo 20 cultivares comerciais e quatro híbridos em duas épocas de plantio seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016). Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Experimental “Campus Rural da UFS”. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e analisados por CG/MS-DIC. As variáveis avaliadas foram: altura de planta, largura da copa, massa seca de folhas, rendimento e teor de óleo essencial; e teor seus principais constituintes. Os dados de cada época foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Realizou-se a análise de variância individual e conjunta para os experimentos das duas épocas. Foram estimados os parâmetros da variância genética (σ_g^2), ambiental (σ_e^2), coeficientes de variação genética (CV_g), ambiental (CV_e), razão CV_g/CV_e e herdabilidade (h^2). Os valores de massa seca de folha variaram de 6,23 a 75,00 g planta⁻¹ (época seca) e 9,17 a 26,49 g planta⁻¹ (época chuvosa). O híbrido Cinnamon x Maria Bonita (1,50 mL planta⁻¹) e a cultivar Mrs. Burns (1,44 mL planta⁻¹) apresentaram maior rendimento de óleo essencial na época seca. Na época chuvosa foi de 1,29 mL planta⁻¹ (Mrs. Burns). O teor de óleo essencial variou de 0,66 a 3,21 % na época seca e de 0,80 a 4,20 % na época chuvosa. Quanto aos compostos encontrados, os majoritários entre os genótipos foram: linalol, metil chavicol, neral, geranial, eugenol e (E)-cinamato de metila, definindo a formação de cinco grupos em cada época, sendo: metil chavicol (Grupo 1), citral (neral+geranial) (Grupo 2), cinamato de metila (Grupo 3), linalol (Grupo 4), linalol intermediário (Grupo 5). Todos os caracteres avaliados apresentaram alta herdabilidades (h^2) (>70%) e razão CV_g/CV_e (>1,0), nas duas épocas, indicando situação favorável para seleção num programa de melhoramento. A época influenciou na produção e composição química de óleo essencial de manjeriço.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum*, época seca, época chuvosa, diversidade química, biomassa.

* Comitê Orientador: Arie Fitzgerald Blank– UFS (orientador), Thiago Matos Andrade – UFS (co-orientador).

ABSTRACT

PINTO, Jéssika Andreza Oliveira Pinto. **Influence of planting season on the production of cultivars and hybrids of basil.** São Cristóvão: UFS, 2017. 41p. (Thesis - Master of Science in Agriculture and Biodiversity).*

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a medicinal, aromatic and spicy species, consumed in the country and in the world. Faced with the need for information on basil varieties and essential oil production, the present work has the objective of evaluating the influence of the planting season on the production of cultivars and hybrids of basil. The experiments were conducted in a randomized block design, with three replications. Twenty-four basil genotypes were evaluated, with 20 commercial cultivars and four hybrids in two dry planting seasons (oct.-dec./2015), and rainy season (apr.-jun/2016). The trials were conducted at the Experimental Farm “Campus Rural da UFS”. Essential oils plants were obtained by hydrodistillation and analyzed by GC/MS-FID. The evaluated variables were: plant height, canopy width, leaf dry mass, yield and essential oil content; and contents its main constituents. The data of each period were submitted to analysis of variance and the means were grouped by the Scott-Knott ($p \leq 0,05$). The analysis of individual and joint variance was performed for the experiments of the two seasons. The parameters were estimated genetic variation (CV_g), environmental variance (CV_e), coefficient of heritability (h^2) and CV_g/CV_e ratio. Leaf dry weight values per plant ranged from 6.23 to 75.00 g plant⁻¹ (dry season) and 9.17 to 26.49 g plant⁻¹ (rainy season). The hybrid Cinnamon x Maria Bonita (1.50 mL plant⁻¹) and the cultivar Mrs. Burns (1.44 mL plant⁻¹) presented higher yields of essential oil in the dry season. The essential oil content ranged from 0.66 to 3.21% in the dry season and from 0.80 to 4.20% in the rainy season. As for the compounds found, the majorities among the genotypes were: linalool, methyl chavicol, neral, geranial, eugenol, and (E)-methyl cinnamate, defining the formation of five groups in each epoch, with: methyl chavicol methyl chavicol (Cluster 1), citral (neral + geranial) (Cluster 2), methyl cinnamate (Cluster 3), linalool (Cluster 4), intermediate linalool (Cluster 5). All evaluated variables showed high heritability (h^2) (> 70%) and CV_g/CV_e ratio (> 1.0), in both seasons, indicating a favorable situation for selection in a breeding program. The season influenced the production and chemical composition of essential oil of basil.

Key-words: *Ocimum basilicum*, dry season, rainy season, chemical diversity, biomass.

* Supervising Committee: Arie Fitzgerald Blank – UFS (supervisor), Thiago Matos Andrade – UFS (co-supervisor).

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família Lamiaceae representa uma classe vegetal com elevada importância hortícola e ornamental, mas com poucas espécies com propriedades medicinais e farmacêuticas. As ervas aromáticas e medicinais desta família são conhecidas por serem fontes ricas de compostos polifenólicos, particularmente ácidos fenólicos (Kwee e Niemeyer, 2011). Dentre os gêneros dessa família, o gênero *Ocimum* contém aproximadamente 30 espécies nativas dos trópicos e subtropicais (Vieira e Simon, 2000). O manjerição (*Ocimum basilicum* L.) é uma espécie cultivada comercialmente devido às suas folhas aromáticas que são utilizadas secas ou frescas como condimento ou na obtenção de óleo essencial, sendo essa última a que apresenta maior valor agregado.

A medicina natural utiliza as folhas e flores do manjerição para obtenção de chás por suas propriedades tônicas e digestivas, além de auxiliar no tratamento de problemas respiratórios e reumáticos (Favorito et al., 2011). Além de suas propriedades medicinais, essa espécie é valorizada no mercado internacional, na indústria de cosméticos e alimentos devido à alta concentração de linalol no seu óleo essencial (Kakaraparthi et al., 2015). O óleo essencial de manjerição é um dos produtos de grande interesse da espécie, para a produção de fármacos e cosméticos. Pesquisas têm demonstrado a possibilidade do desenvolvimento de novas cultivares com óleo essencial rico em linalol, substância utilizada na fabricação de cosméticos a partir do manjerição.

A espécie se desenvolve melhor em regiões de climas quentes e amenos, características da região Nordeste do Brasil, tornando o cultivo de manjerição uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos agricultores (Blank et al., 2004; Pereira & Moreira, 2011). Nesse sentido, a identificação de novas cultivares que sejam excelentes plantas produtoras de princípios ativos desejados é uma etapa fundamental em programas de melhoramento genético para essa espécie com o objetivo de atender a demanda principalmente da indústria farmacêutica, mas também alimentícia e cosmética.

Vários são os fatores que podem influenciar a produção, composição e teor do óleo essencial do manjerição, desde a cultivar utilizada até o método de cultivo e colheita utilizados, assim como temperatura e precipitação (Blank et al., 2010). A época em que a planta é colhida é um dos fatores mais relevantes no manejo de plantas medicinais visando obter produtos de maior qualidade e produtividade, ou seja, excelentes plantas produtoras de princípios ativos desejados. Sendo assim, há necessidade de realizar experimentos para avaliar o desempenho de genótipos disponíveis no mercado, fornecendo informações para os produtores de qual melhor cultivar em cada época do ano.

Diante da necessidade de informações a respeito das variedades de manjerição e de produção de óleo essencial, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência na produção de cultivares e híbridos de manjerição em duas épocas: seca e chuvosa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem, botânica, usos e importância econômica

O manjerição é uma das ervas mais populares cultivadas no mundo, originário do Sudoeste Asiático (Índia, Paquistão, Irã, Tailândia e outros países) e África Central, podendo ser observado crescendo em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, adaptou-se bem as condições climáticas podendo ser cultivado o ano todo. Também denominado de alfavaca, alfavaca-cheirosa, basílico ou manjerição comum, é a espécie da família Lamiaceae mais cultivada no país (Rodrigues & Santos, 2005; Makri & Kintzios, 2008; Blank et al., 2010). Esta especiaria foi amplamente cultivada após a chegada dos imigrantes italianos para o Brasil, sendo usado como frescos ou secos e moídos condimento, e também como matéria-prima para a indústria de óleos essenciais (Veronezi et al., 2012).

A família Lamiaceae na qual é composta por mais de 240 gêneros, sendo muitas dessas espécies altamente aromáticas devido à presença de estruturas glandulares externas que produzem óleo volátil. É uma das famílias de plantas mais diversificadas, onde o seu valor medicinal é baseado na composição dos seus metabólitos secundários. (Giuliani & Maleci Bini, 2008; Sarac & Ugur, 2007). O gênero *Ocimum* compreende mais de 150 espécies e é considerado como um dos maiores gêneros da família Lamiaceae. Estudos mostram que há um grande número de espécies e variedades deste gênero. Alguns exemplos de espécies importantes do gênero *Ocimum* são: *Ocimum tenuiflorum* L., *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum americanum* L., *Ocimum basilicum* L. e *Ocimum kilimandscharicum* Gurke, conhecidos por terem várias propriedades medicinais (Singh, 2012). Entre as várias espécies do gênero o manjeriço é considerado o mais importante devido ao seu óleo aromático. Comercialmente já existe uma cultivar que é um híbrido triplo, cultivar Sweet Dani (*Ocimum x citriodorum*), que foi desenvolvido através de quatro gerações de seleção de uma planta de uma progênie PI358465 (originária da Iugoslávia), que naturalmente cruzou com acessos de manjeriço de diversas origens (Morales e Simon, 1997).

A espécie é descrita como um arbusto de 30 a 100 cm de altura; o caule é ramificado; as folhas, medindo 3-5 cm de comprimento são muito aromáticas, simples, lanceoladas, opostas, inteiras, com bordos lisos ou denteados, pecíolos curtos, com coloração que vai do verde-amarelado ao verde claro ou do bronzeado ao violáceo, dependendo da forma e variedade; as flores são pequenas, sésseis, hermafroditas, dispostas em racemos nas extremidades das ramificações, apresentando tons de branco, rosa ou lilás; os frutos são aquênios, com sementes oblongas pequenas e preto-azuladas (Minami et al., 2007). A quantidade de cortes possíveis depende da região de plantio. No caso do nordeste do Brasil e, especificamente, no Estado de Sergipe, há condições climáticas as quais permitem que essa espécie seja cultivada como planta perene, podendo-se realizar vários cortes por ano (Blank et al., 2005).

O manjeriço pode ser usado na indústria alimentícia, de cosmético e como espécie medicinal. Na indústria de alimento, como condimento, as folhas secas são utilizadas como tempero culinário ou usadas diretamente em massas como pizzas e lasanhas. As folhas frescas ou desidratadas também são amplamente utilizadas na culinária e como planta medicinal. Extratos de *O. basilicum* L. são usados como agente antimicrobiano, agente medicinal, como aromatizante em alimentos e fragrância em produtos farmacêuticos (Mazutti et al., 2006).

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, são produtos naturais vegetais que contêm compostos aromáticos voláteis. Estas misturas de compostos voláteis (principalmente mono e sesquiterpenóides, benzenos, fenilpropanóides, etc.) podem ser extraídas de flores, folhas, talos, frutos e raízes. São resultantes do metabolismo secundário das plantas aromáticas e estão localizados em diversas estruturas como células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos e tricomas glandulares. Eles variam em odor e sabor, que são determinados pelos tipos e quantidades de constituintes presentes nos óleos. (Fornari et al., 2012; Tongnuanchan & Benjakul, 2014; Ali et al., 2015).

A produção mundial estimada de óleos essenciais é de cerca de 250.000 toneladas. (Prajapati et al., 2016). De acordo com Lubbe e Verpoorte (2011) a produção mundial de óleo essencial de manjeriço varia de 50 a 100 toneladas e o rendimento do óleo essencial de manjeriço indiano variou de 132,0 a 162,5 kg.ha⁻¹ (Singh et al., 2010), enquanto o preço do óleo essencial de manjeriço egípcio foi em torno de US\$ 187/kg em 2015 (ITC, 2015).

A composição dos óleos essenciais extraídos das folhas e dos ápices com inflorescência do manjeriço varia de acordo com a espécie e a localização geográfica, sendo classificados em quatro quimiotipos, de acordo com os componentes majoritários do óleo essencial: quimiotipo linalol-metil chavicol (Europeu), metil chavicol (Reunião), metil cinamato (Tropical) e quimiotipo eugenol (Java) (Martins et al., 2010). Existe uma variabilidade da composição química, uma vez que diferentes quimiotipos têm sido encontrados em diversas regiões do mundo (Hassanpouraghdam et al., 2010), sendo

classificados de acordo com o seu aroma em categorias, como doce, limão, canela, cânfora, anis e cravo (Costa et al., 2014). A presença de óleos essenciais com constituintes distintos determina o aroma e sabor específicos de manjerição e seu consequente potencial industrial.

Dentro do gênero *Ocimum*, a espécie *Ocimum basilicum* L. é a que apresenta maior importância econômica, devido à melhor qualidade do óleo essencial e do aroma (Lorenzi & Matos, 2002). Tem sido relatado que o teor de óleo essencial contido na espécie *O. basilicum* L. encontra-se na faixa entre 1,5 e 3% (m/m), dependendo da região geográfica e o período de coleta (Mazutti et al., 2006). Vários fatores podem influenciar a produção do óleo essencial do manjerição, desde a cultivar utilizada até o método de cultivo e colheita utilizados (Blank et al., 2010). Pesquisas mostram a variabilidade química da espécie e a importância de seu estudo associadas a diferentes atividades biológicas de seus compostos (Gaio et al., 2015; Maggio et al., 2016; Sharopov et al., 2016).

Diversos estudos mostram a importância do óleo essencial de manjerição no campo da medicina. Vários efeitos como imunomodulador, hiperglicêmico, anti-inflamatório, antimutagênico, antimicrobiano, antifúngico, antioxidante, antiviral, antitérmico já foram comprovados (Khair-ul-Bariyah et al., 2012).

A composição química de determinados óleos essenciais pode variar de planta para planta dentro de uma mesma espécie, formando assim quimiotipos, e interespecificamente, a depender não somente de condições genéticas, mas também ambientais. Ou seja, os tratamentos culturais, forma de cultivo e estocagem dos órgãos vegetais das plantas aromáticas, bem como a extração, armazenamento e manipulação do óleo essencial obtido podem gerar grandes modificações nos óleos essenciais (Regnault-Roger et al., 2012).

Estudos identificaram compostos bioativos do manjerição e mostraram suas propriedades fisiológicas e metabólicas benéficas, indicando que pode ser útil para a prevenção ou tratamento de muitas doenças (Rattanachaikunsopon & Phumkhachorn, 2010; Barbalho et al., 2012; Srivastava et al., 2014). Uma série de compostos com alta atividade antioxidante e anti-inflamatória foram identificados no extrato de manjerição, sendo essa atividade atribuída principalmente ao eugenol e compostos fenólicos (Kwee & Niemeyer, 2011; Politeo et al., 2007; Makri & Kintzios, 2008).

2.2. Influência da época de plantio na produção de plantas aromáticas

Identificar a melhor época de coleta das plantas medicinais pode proporcionar numa maior produção de óleo essencial. Compreender a influência dos fatores ambientais na regulação de biossíntese de metabólitos secundários contribui para o aumento da produção de compostos químicos de interesse industrial e medicinal. A época em que uma planta é coletada é um dos fatores de maior importância, visto que a quantidade e até mesmo a natureza dos constituintes ativos não é constante durante todo ano (Morais, 2009; Paulus et al., 2013). A colheita de plantas medicinais e aromáticas tem certas características que a torna diferente das outras culturas, uma vez que objetiva conciliar a máxima produção de biomassa com maior teor de princípio ativo (Bezerra et al., 2008).

O Brasil, com sua grande extensão territorial, possui particularidades de solo e clima em cada região que podem interferir de modo positivo ou negativo, no desenvolvimento das espécies, mesmo que as condições sejam semelhantes ao seu local de origem (Blank et al., 2005). Pesquisas direcionadas ao estabelecimento de técnicas de plantio e colheita de plantas medicinais, além de incrementarem o seu potencial produtivo, tornam-se um instrumento muito importante para a preservação das nossas espécies nativas. Para a obtenção de drogas vegetais de qualidade desejável, a produção de plantas medicinais deve ser controlada desde o seu plantio até a colheita (Costa et al., 2007). Neste aspecto, um fator crítico é a definição da época ideal de colheita, que deve proporcionar a coincidência entre os momentos de maior concentração dos compostos e biomassa vegetal. A falta de domínio tecnológico de todas as

etapas de desenvolvimento pode levar à baixa qualidade da biomassa e dos teores dos principais constituintes químicos e teor do óleo essencial (Chagas et al., 2011).

A sazonalidade da temperatura e pluviosidade pode estimular a produção de certos metabólitos, ou desfavorecer a produção de outros (Hussain et al., 2008), o ritmo circadiano influencia a produção de fotoassimilados e consequentemente a síntese de metabólitos (Itenov et al., 1999), e estresses hídricos estimulam o fechamento estomático, acúmulo de solutos e síntese de determinados constituintes (Jaleel, 2008; Liu et al., 2011), assim como a luz pode aumentar ou reduzir a síntese dos óleos essenciais (Tibaldi et al., 2011). Sabe-se que o conteúdo dos princípios ativos da planta depende de fatores extrínsecos e intrínsecos, incluindo o solo e as condições climáticas, época de colheita e condições de armazenamento (Verma et al., 2012). Portanto, o conhecimento de variações e tempo ótimos de colheita é necessário para extrair o máximo de óleo e compostos ativos de interesse.

Outros fatores, como as interações da planta produtora de óleo com os demais organismos vivos presentes no meio, tais como outras plantas, através da alelopatia; insetos e micro-organismos, por meio de indução por estímulos mecânicos ou ataque de patógenos; idade e estágio de desenvolvimento, luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, local, época e horário de coleta, técnicas de colheita e pós-colheita e até a poluição atmosférica (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Diversos trabalhos demonstram que a época em que uma planta é coletada é um fator importante, visto que tanto a quantidade e a composição dos constituintes ativos dos óleos essenciais não é constante durante o ano (Lima et al., 2003; Gobbo-Neto & Lopes, 2007). Em geral, as espécies apresentam épocas específicas em que contêm maior quantidade de princípio ativo no seu tecido, podendo esta variação ocorrer tanto no período de um dia como em épocas do ano (Reis et al., 2003). Durante o inverno, foi observado maior teor dos principais compostos no óleo essencial de erva-cidreira, porém maior teor do óleo foi encontrado no período de verão. Estas variações sugerem que tanto a constituição química como as porcentagens relativas dos óleos essenciais são diferentes entre as estações do ano (Silva et al., 2006). Variações químicas e de rendimento nos óleos essenciais foram associadas com estações em *Ocimum gratissimum*, *Nectandra megapotamica*, *Hesperozygis ringens* e *Aloysia triphylla* (Freire et al., 2006; Amaral et al., 2015; Pinheiro et al., 2016; Schwerz et al., 2015).

Em estudo sobre a influência da época na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão, Jacobson et al. (2005) encontraram maior produção na época chuvosa do ano devido, principalmente, ao maior índice pluviométrico nessa época. Os autores sugerem que o aumento de micro-organismos e patógenos fitófagos acarretam no aumento dos níveis de defesa das plantas, pois muitos desses metabólitos secundários estão relacionados à sua função de defesa contra predadores. As diferentes épocas de plantio podem também resultar em diferenças nas atividades biológicas dos óleos essenciais (Ellouze et al., 2012). Em trabalho com *Polygonum acuminatum* foi encontrado melhor atividade antifúngica em plantas coletadas no outono em relação a outras estações do ano devido a maior produção de um composto bioativo (Derita et al., 2009).

A composição dos metabólitos secundários nas plantas é resultado do balanço entre a sua formação e transformação que ocorrem durante o crescimento em decorrência principalmente de três fatores: genéticos, ambientais, e das técnicas de cultivo (Castro et al., 2002). Em estudos com a *Hyptis marrubioides*, Botrel et al. (2010) observaram maiores teores de óleo extraído das folhas da planta no verão comparado as outras demais estações. Também foram observadas diferenças quantitativas na composição química deste óleo nas diferentes estações do ano. Segundo Luz et al. (2009), a produção dos metabólitos secundários, quando submetida a estímulos ambientais está sob o controle simultâneo de dois padrões de resposta. Um de maior dimensão e mais lento provocado pelas variações climáticas sazonais, e outro de menor alteração, porém mais rápido influenciado pelas flutuações climáticas diárias. Fatores

edáficos, como temperatura, pluviosidade, altitude e época estacional, interferem, de forma significativa na elaboração desses compostos (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

A qualidade dos princípios ativos das plantas medicinais e aromáticas está diretamente relacionada ao manejo a que são submetidas. O conhecimento sobre a ocorrência de variabilidade sazonal na produção de princípios ativos é um dos principais parâmetros a ser considerado no planejamento de colheitas provenientes de plantas medicinais e aromáticas quando o objetivo é a qualidade da matéria-prima, refletida na presença de compostos desejáveis (Costa et al., 2008; Casttellani et al., 2006). Marchese e Figueira (2005) sugerem que a qualidade das plantas medicinais e aromáticas seja obtida durante todo o processo produtivo desde a identificação botânica, escolha do material vegetal, época e local de plantio, tratos culturais, determinação da época e cuidados na colheita de modo a garantir o máximo da qualidade para o produto.

Os diversos fatores causados pela variação sazonal no teor e constituintes químicos dos óleos essenciais faz parte de muitos estudos na área farmacêutica devido à diversidade vegetal ser uma valiosa fonte de substâncias farmacologicamente ativas. Segundo os autores, as plantas, especialmente ervas perenes, devem ser primeiro avaliadas e determinadas sua melhor estação de colheita em relação aos seus constituintes de importância comercial e/ou farmacêutica. (Soni et al., 2015). Já se conhece a interferência na atividade antioxidante do fator sazonalidade, causadas por fatores ambientais como temperaturas diurnas e noturnas, chuvas, secas, duração e intensidade da luz do sol (Siatka & Kasparova, 2010), em diversas espécies da família Lamiaceae incluindo o manjeriço (Luis & Johnson 2005; Hussaina et al., 2008 Tulukcu et al., 2009).

As concentrações dos produtos secundários, provenientes das espécies medicinais, são dependentes das condições de crescimento e situações de estresse da planta, causando assim um forte impacto sobre as vias metabólicas responsáveis pelo acúmulo desses constituintes. Estas variações ocorrem devido a conversões espontâneas, que ocorrem continuamente, acarretando mudanças na composição do óleo essencial. Com base nestes fatos, a comercialização torna-se um problema, já que a composição do óleo essencial deve ser pré-estabelecida como demanda de mercado (Morais, 2009; Coscolin, 2012). Poucas são as informações disponíveis que mostram as características das cultivares comerciais de manjeriço quando submetidas à diferentes épocas de plantio. Dessa forma, é importante o conhecimento da melhor época de forma a se alcançar maiores produtividades.

2.3. Desempenho de genótipos e melhoramento genético

As variedades de manjeriço foram selecionadas e desenvolvidas ao longo de muitos anos e com diferentes propósitos. Os manjeriços destinados à culinária foram selecionados pela forma, tamanho, aroma e sabor de suas folhas. Dentre os mais importantes utilizados de forma fresca na culinária estão os tipos ‘Italian large Leaf’, ‘Genovese’, e ‘Sweet basil’. Outros manjeriços foram selecionados por suas características ornamentais, com foco em altura, cor e forma das folhas, tipo e cor da inflorescência, e arquitetura da planta, entre estes podem ser destacados as variedades ‘Bush basil’ e ‘Purple Ruffles’ (Vieira & Simon, 2006).

As plantas aromáticas e medicinais vêm ganhando destaque e assumindo um importante papel no que se refere à saúde, alimentação e óleos essenciais. Devido a estas variadas possibilidades, as indústrias químicas, farmacológicas, alimentícias e cosméticas vêm utilizando o manjeriço como matéria prima, o que tem despertado o interesse econômico de alguns produtores pelo cultivo dessa espécie. As técnicas de cultivo devem ser desenvolvidas de acordo com condições edafoclimáticas de cada região, pois o desempenho agrônomo da cultura depende da interação entre o genótipo/ambiente. Esta interação influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas (Ferreira et al., 2016).

O melhoramento genético em plantas medicinais visa o aumento da massa seca e/ou fresca, ou, ainda, o aumento do teor de princípios ativos em determinado órgão vegetal, de

modo que estas características sejam mantidas nas gerações seguintes. O produto do melhoramento de plantas medicinais é o princípio ativo ou o fitocomplexo. Outros objetivos são: resistência a pragas e doenças, e tolerância a condições adversas de ambiente (Mariot & Barbier, 2007).

Objetiva-se ao melhorar espécies medicinais e aromáticas, obter maior produtividade expressada pelos caracteres quantitativos, que inclui o teor de princípios ativos, e pelos caracteres qualitativos, que inclui os tipos de princípios ativos e seus principais constituintes químicos (Blank et al., 2007). Segundo Borém & Miranda (2009), o melhoramento de plantas tem sido conduzido com alguns objetivos específicos, porém sua meta principal é a elevação do valor econômico das espécies. A variabilidade genética em plantas é de grande interesse para os programas de melhoramento por possibilitar a identificação de indivíduos com caracteres desejáveis. Os estudos dos processos de interação planta-ambiente são necessários ao entendimento do mecanismo de adaptação da espécie, quando submetidas a diferentes condições de cultivo (Sousa et al., 2014).

O primeiro passo no melhoramento de plantas é a identificação de cultivares com altos níveis de diversidade fenotípica e genética. Essa característica permite selecionar e criar novas cultivares que possuam características comerciais desejáveis (He et al., 2011). Ainda são muito escassas as informações disponíveis sobre o comportamento das plantas medicinais, aromáticas e condimentares quando estas são submetidas às técnicas de produção agrícola. As técnicas de cultivo devem ser desenvolvidas de acordo com as características climáticas de cada região, pois o desempenho agrônomo da cultura depende da interação entre o genótipo x ambiente. Esta interação pode influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas (Pravuschi et al., 2010; Ferreira et al., 2015).

O conhecimento da variabilidade de uma espécie, dos parâmetros genéticos existentes e das implicações ambientais são as principais informações utilizadas em programas de melhoramento, pois indica o controle genético do caráter e estabelece estratégias de seleção (Blank et al., 2010). Por este fato, torna-se importante a condução de experimentos em diferentes épocas e ambientes que possuam potencial para cultivo de manjeriço visando estudar o comportamento das cultivares disponíveis no mercado (Oliveira et al., 2007). Esses estudos servem como ferramenta na recomendação de cultivares e fornece subsídios para novos programas de melhoramento genético para a espécie.

Estudos sobre a interação genótipo-ambiente vêm sendo importantes no desenvolvimento de novas cultivares em cereais, espécies frutíferas e olerícolas (Augustin et al., 2012; Aragão et al., 2015; Patel et al., 2015). Uma das maneiras de estudar o comportamento das cultivares é por meio de ensaios de competição instalados em diferentes épocas. Esses ensaios identificam as cultivares que apresentam maior adaptação em cada local ou região e determina a estabilidade de produção nos vários ambientes (Alcântara Neto et al., 2012). O mesmo genótipo cultivado em ambientes diferentes pode não se comportar da mesma forma ou não apresentar perfis fitoquímicos semelhantes. Isto é caracterizado pelo efeito da interação genótipo-ambiente. Esses efeitos são comuns para os caracteres agrônômicos da maioria das culturas e, portanto, são de importância quando se desenvolvem cultivares (Acharya et al., 2012). Em trabalho sobre comportamento fenotípico e genotípico para o desenvolvimento de cultivares híbridas de manjeriço, Santana (2014) constatou que apesar de ser verificada interação genótipo x ambiente esta pouco influenciou as respostas fenotípicas dos caracteres, como teor de dos compostos linalol, citral e cinamato de metila.

Análises de diversidade genética em plantas medicinais permitem identificar, com base na caracterização botânica, morfológica, agrônoma e química, combinações genéticas que resultem em maior efeito heterótico, de forma a aumentar a possibilidade de obtenção de indivíduos com características superiores. Análises de caracteres morfológicos e fitoquímicos nos acessos podem confirmar o nível de representatividade da espécie, em bancos de germoplasma, bem como dos acessos disponibilizados aos programas de seleção (Negreiros & Miqueloni, 2013). A composição química de óleos essenciais de *O. basilicum* tem sido bem

estudada, relatando uma grande variedade de constituintes químicos, dependendo das condições ambientais e agrícolas, bem como devido à existência de numerosos quimiotópicos/cultivares e suas atividades biológicas (Abbasy et al., 2015; Amaral-Baroli et al., 2016; Snoussi et al., 2016; Saran et al., 2017).

Blank et al. (2012) constataram a existência de efeitos gênicos aditivos e efeitos não aditivos para a capacidade geral e específica de combinação de manjerição e valores positivos com relação a heterose quando o caráter avaliado no híbrido é maior do que média dos genitores, e negativos, quando o caráter é inferior. Para o conhecimento do potencial de acessos para o melhoramento, as etapas de caracterização e avaliação são indispensáveis, pois permitem o conhecimento da variabilidade genética existente e contribuindo para a identificação de genótipos promissores. Após a caracterização e avaliação de acessos é possível obter informações sobre o desempenho agrônomo dos possíveis genitores, de parâmetros genéticos entre os acessos (Borges et al., 2011; Cruz et al., 2012).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASY, D.W.A.; PATHARE, N.; AL-SABAHI, J.N.; KHAN, S.A. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum* Linn.). **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.5, n.8, p.645-649, 2015.

ACHARYA, S.N.; BASU, S.K.; BANIK, S.D.; PRASAD, R. Genotype X Environment Interactions and Its Impact on Use of Medicinal Plants. **The Open Nutraceuticals Journal**, v.3, p.47-54, 2010.

ALCÂNTARA NETO, F.; PETTER, F.A.; PAVAN, B.E.; SCHMITT, C.R.; ALMEIDA F.A.; PACHECO, L.P.; PIAUILINO, A.C. Desempenho agrônomo de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.3, p.215-219, 2012.

ALI, B.; AL-WABEL, N.A.; SHAMS, S.; AHAMAD.A.; KHAN, S.A.; ANWAR, F. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.8, n.5, p.601–611, 2015.

AMARAL-BAROLIA, A.; LAGO, J.H.G.; DE ALMEIDA, C.V.; DE ALMEIDA, M.; SCOTTIE, M.T.; LEONED, G.F.; SOARES, M.G.; CAVALARI, A.A.; SARTORELLI, P. Variability in essential oil composition produced by micropropagated (*in vitro*), acclimated (*ex vitro*) and in-field plants of *Ocimum basilicum* (Lamiaceae). **Industrial Crops and Products**, v.86, p.180–185, 2016.

AMARAL, L.P.; TONDOLO, J.S.M.; SCHINDLER, B.; SILVA, D.T.; PINHEIRO, C.G.; LONGHI, S.J.; MALLMANN, C.A.; HEINZMANN, B.M. Seasonal Influence on the Essential Oil Production of *Nectandra megapota* (Spreng.) Mez. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.58, n.1, p.12-21, 2015.

ARAGAO, F.A.S.; NUNES, G.H.D.; de QUEIROZ, M.A. Interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro por meio de caracteres de qualidade dos frutos. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.15 p.79-86, 2015.

AUGUSTIN, L.; MILACH, S.; BISOGNIN, DA.; SUZIN, M. Genotype x environment interaction of agronomic and processing quality traits in potato. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.84-90, 2012.

BARBALHO, S.M.; MACHADO, F.M.V.F.; RODRIGUES, J.S.; SILVA, T.H.P.; GOULART, R.A. Sweet Basil (*Ocimum basilicum*): much more than a condiment. **TANG**, v.2, p.1-5, 2012.

BEZERRA, A.M.E.; FILHO, S.M.; OLIVEIRA, L.D.M.; SILVEIRA, E.R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p. 26-29, 2008.

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.

BLANK, A.F.; SOUSA, E.M.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; PAULA, J.W.A.; ALVES, P.B. Maria Bonita: cultivar de manjerição tipo linalol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1811-1813, 2007.

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, p.305-310, 2010.

BLANK, A.F.; ROSA, Y.R.S.; FILHO, J.L.S.C.; 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 (*Ocimum basilicum* L.). **Industrial Crops and products**, v. 38, p.93-98, 2012.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**, 5ª ed, Viçosa-MG: Ed, UFV, 2009. 473 p.

BORGES, R.M.E.; RESENDE, G.M.; LIMA, M.A.C.; DIAS, R.C.S; LUBARINO, P.C.C.; OLIVEIRA, R.C.S.; GONÇALVES, N.P.S. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian Semiarid. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.461-464. 2011.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. 2012. 514p.

BOTREL, P.P.; PINTO, J.E.B.P.; FERRAZ, V.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FIGUEIREDO, F.C. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.533-538, 2010.

CARVALHO, A.C.B.; NUNES, D.S.G.; BARATELLI, T.G.; SHUQAIR, S.M.S.A.Q.; NETTO, E.M. Aspectos da legislação no controle dos medicamentos e fitoterápicos. **T&C Amazônia**, v. 5, p. 1-7, 2007.

CASTELLANI, D. C.; CASALI, V.W.D.; CECON, P.R.; CARDOSO, C.A.; MARQUES, V.B. Produção de óleo essencial em catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss) e negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.) em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, n.4, p.62-65, 2006.

CASTRO, D.M.; MING, L.C.; MARQUES, M.O.M. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas da *Lippia alba* (Mill). N.E.Br em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.4, n.2, p.75-9, 2002.

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

COSCOLIN, R.B.S. **Efeitos fisiológicos e bioquímicos induzidos por deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L.** 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu-SP, 2012.

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

COSTA, M.A.C.; JESUS, J.G., FARIAS, J.G.; NOGUEIRA, J.C.M.; OLIVEIRA, A.L R.; FERRI, P.H. Variação estacional do óleo essencial em arnica (*Lychnofora ericoides* mart.). **Revista Biology Neotropical**, v.5, n.1, p.53-65, 2008.

COSTA, A.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; SILVA, M.A.A.P. da; ALVES, M.F.; SANTOS, D.A.; ALVES, P.B.; BLANK, A.F. The Impact of Hybridization on the Volatile and Sensorial Profile of *Ocimum basilicum* L. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-7, 2014.

DERITA, M.G.; LEIVA, M.L.; ZACCHINO, S.A. Influence of plant part, season of collection and content of the main active constituent, on the antifungal properties of *Polygonum acuminatum* Kunth. **Journal of Ethnopharmacology**, v.124, p.377–383, 2009.

ELLOUZE, I.; ABDERRABBA, M.; SABAOU, N.; MATHIEU, F.; LEBRIHI, A.; BOUAJILA, J. Season's Variation Impact on *Citrus aurantium* Leaves Essential Oil: Chemical Composition and Biological Activities. **Journal of Food Science**, v.77, n.9, p.173-180, 2012.

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 Medicinais**, v.13, p.582-586, 2011.

FERREIRA, S.D.; ECHER, M.M.; BULEGON, L.G.; PASTÓRIO, M.A.; EGEWARTH, V.A.; YASSUE, R.M., ACHRE, D. Influencia de la fertilización nitrogenada y la época de cultivo sobre el rendimiento de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) con fines medicinales. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.20, n.4, p.389-396 2015.

FERREIRA, S.D.; BULEGON, L.G.; YASSUE, R.M.; ECHER, M.M. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.18, n.1, p.67-73, 2016.

FREIRE, C.M.M.; MARQUES, M.O.M.; COSTA, M. Effects of seasonal variation on the central nervous system activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.105, p.161–166, 2006.

FORNARI, T.; VICENTE, G.; VÁZQUEZ, E.; GARCÍA-RISCO, M.R.; REGLERO, G. Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction. **Journal of Chromatography A**, v.1250, p.34– 48, 2012.

GAIO, I.; SAGGIORATO, A.G.; TREICHEL, H.; CICHOSKI, A.J.; ASTOLFI, V.; CARDOSO, R.F.; TONIAZZO, G.; VALDUGA, E.; PAROUL, N.; CANSIAN R.L. Antibacterial activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian-type sausage. **Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit**, v.10, p.323–329, 2015.

GIULIANI, C.; MALECI BINI L. Insight into the structure and chemistry of glandular trichomes of Labiatae, with emphasis on subfamily Lamioideae. **Plant Systematic and Evolution**, v.276, p.199-208, 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-81, 2007.

HASSANPOURAGHDAM, M.B.; GOHARI, G.R.; TABATABAEI, S.J.; DADPOUR, M.R. Inflorescence and leaves essential oil composition of hydroponically grown *Ocimum basilicum* L. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v.75, n.10, p. 1361-1368, 2010.

HE, W.; KING, A.J.; KHAN, M.A.; CUEVAS, J.A.; RAMIARAMANANA, D.; GRAHAM, I.A. Analysis of seed phorbol-ester and curcumin content together with genetic diversity in multiple provenances of *Jatropha curcas* L. from Madagascar and Mexico. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.49, p.183-1190, 2011.

HUSSAINA, A.I.; ANWARA, F.; SHERAZIB, S.T.H.; PRZYBYLSKIC, R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. **Food Chemistry**, v.108, p. 86-95, 2008.

ITC, 2015. International Trade Centre. Essential oils and oleoresins. < <http://www.Intercen.org>.> Acesso em 05 de outubro de 2016.

ITENOV, K.; MOLGAARD, P.; NYMAN, U. Diurnal fluctuations of the alkaloid concentration in latex of poppy *Papaver somniferum* is due to day–night fluctuations of the latex water content. **Phytochemistry**, v.52, p. 1229-1234, 1999.

JACOBSON, T.K.B.; GARCIA, J.; SANTOS, S.C.; DUARTE, J.B.; FARIAS, J.G.; KLIEMANN, U.J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.3, p.163-169, 2005.

JALEEL, C.A.; SANKAR, B.; MURALI, P.V.; GOMATHINAYAGAM, M.; LAKSHMANAN, G.M.; PANNEERSELVAM, R. Water deficit stress effects on reactive oxygen metabolism in *Catharanthus roseus*; impacts on ajmalicine accumulation. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.62, p. 195-111, 2008.

KAKARAPARTHI, P.S.; SATYA SRINIVAS, K.V.N.; KOTESH KUMAR, J.; KUMAR, N.A.; KUMAR, A. Composition of herb and seed oil and antimicrobial activity of the essential oil of two varieties of *Ocimum basilicum* harvested at short time intervals. **Journal of Plant Development**, v.22, p.59-76, 2015.

KHAIR-UL-BARIYAH, S.; AHMED, D.; IKRAM, M. *Ocimum basilicum*: A Review on Phytochemical and Pharmacological Studies. **Pakistan Journal of Chemistry**, v.2, n.2, p.78-85, 2012.

KWEE, E.M.; NIEMEYER, E.D. Variations in phenolic composition and antioxidant properties among fifteen basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. **Food Chemistry**, v.128, p.1044–1050, 2011.

LIMA, H.R.P.; KAPLAN, M.A.C.; CRUZ, A.V.M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v.10, n.2, p.71-77, 2003.

LIU, H.; WANG, X.; WANG, D.; ZOU, Z.; LIANG, Z. Effect of drought stress on growth and accumulation of active constituents in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. **Industrial Crops and Products**, v.33, p. 84-88, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LUBBE, A.; VERPOORTE, R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. **Industrial Crops and Products**, v.34, p.785–801, 2011.

LUIS, J.C.; JOHNSON, C.B. Seasonal variations of Rosmarinic and Carnosic acids in rosemary extracts. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.3, n.1, p.106-112, 2006.

LUZ, J. M.Q.; EHLERT, P.A.D.; INNECCO, R. Horário de colheita e tempo de secagem da alfavaca-cravo. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.539-542, 2009.

MAGGIO, A.; ROSCIGNO, G.; BRUNO, M.; FALCO, E.; SENATOREC, F. Essential oil variability in a collection of *Ocimum basilicum* L. (basil) cultivars. **ChemistryBiodiversity**, v.13, p.1357–1368, 2016

MAKRI, O.; KINTZIOS, S. *Ocimum* sp. (Basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties and biotechnology. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v.13, p.123–150, 2008.

MARCHESE, J.A.; FIGUEIRA, G.M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.7, n.3, p.86-96, 2005.

MARIOT, M.P.; BARBIERI, R.L. Metabólitos secundários e propriedades medicinais da espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart, ex Reiss, e *M. aquifolium* Mart.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.9, n.3, p.89-99, 2007.

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

MATSUCHITA, H.L.P.; MATSUCHITA, A.S.P. A Contextualização da Fitoterapia na Saúde Pública. **Uniciências**, v.19, n.1, p.86-92, 2015.

MAZUTTI, M.; BELEDELLI, B.; MOSSI, A. J.; CANSIAN, R. L.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, J. V. Caracterização química de extratos de *Ocimum basilicum* L. obtidos através de extração com CO₂ a altas pressões. **Química Nova**, v. 29, p. 1198-1202, 2006.

MELLO, J.C.P. Fitoterápicos: um mercado promissor. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.30, n.3, p.241-248, 2009.

MINAMI, K.; SUGUINO, E.; MELLO, S.C.; WATANABE, A.T. **A cultura do manjeriço**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 25 p.

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

MOSELE, S.H.; CECCHIN, D.; DEL FRARI, R.V. Estudo em inteligência competitiva para a cadeia produtiva de plantas medicinais e condimentares. **Perspectiva**, v.34, p.73-83, 2010.

OLIVEIRA, A.P.; MELO, P.C.T.; WANDERLEY JÚNIOR, L.J.G.; ALVES, A.U.; MORA, M.F.; OLIVEIRA, A.N.P. Desempenho de genótipos de coentro em Areia. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.252-255, 2007.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; NAVA, G.A. Teor e composição química de óleo essencial de cidrô em função da sazonalidade e horário de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.203-209, 2013.

PAVIANI, L.C. **Extração com CO₂ a altas pressões e fracionamento do óleo essencial de capim-limão utilizando peneiras moleculares**. 2004. 92p. Dissertação Erechim-RS, (Dissertação de Mestrado).

PATEL, B.D.; MEHTA, A.M.; PATEL, S.G.; TAKLE, S.; PRAJAPATI, S.K.; PATEL S.K. Genotype x environment interaction studies in promising early genotypes of rice. **Electronic Journal of Plant Breeding**, v.6, n.2, p.382-388, 2015.

PEREIRA, R.C.A.; MOREIRA, A.L.M. **Manjeriço: cultivo e utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011, 31p.

PINHEIRO, C.G.; MACHADO, C.M.; AMARAL, L.P.; SILVA, D.T.C.; ALMEIDA, A.A.; LONGHI, S.J.C.; MALLMANNC, A.; HEINZMANNA, B.M. Seasonal variability of the essential oil of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling. **Brazilian Journal of Biology**, v.76, n.1, p.176-184, 2016.

POLITEO, O.; JUKIC, M.; MILOS, M. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil. **Food Chemistry**, v.101, p.379–385, 2007.

PRAJAPATI, P.; SINGH, A.; JADHAV, P.B. Value addition in floriculture through essential oils. **International Journal of Information Research and Review**, v.3, n.9, p.2795-2799, 2016.

PRAVUSCHI, P.R.; MARQUES, P.A.A.; RIGOLIN, B.H.M.; SANTOS, A.C.P. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

RATTANACHAIKUNSOPON, P., PHUMKHACHORN, P. Antimicrobial activity of basil (*Ocimum basilicum*) oil against *Salmonella enteritidis* *in vitro* and in food. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.74, p.1200-1204. 2010.

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J.T. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. **Annual Review of Entomology**, v.57, p. 405–424, 2012.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O et. al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, p.43-74, 2003.

SANTANA, A.D.D. 2014. **Comportamento fenotípico e genotípico e desenvolvimento de cultivares híbridas de manjeriço**. São Cristóvão: UFS. 49 p. (Dissertação mestrado).

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G.P.; NOBRE, M.S.C.; Portela, A.S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.4, p.486-491, 2011.

SARAC, N.; UGUR, A. Antimicrobial activities and usage in folkloric medicine of some Lamiaceae species growing in Mugla, Turkey. **EurAsian Journal of BioSciences**, v.1, p.28-34, 2007.

SARAN, P.L.; TRIPATHY, V.; MEENA, R.P.; KUMAR, J.; VASARA, R.P. Chemotypic characterization and development of morphological markers in *Ocimum basilicum* L. germplasm. **Scientia Horticulturae**, v.215, p. 164–171, 2017.

SCHWERZ, L.; CARON, B.O.; MANFRON, P.A.; SCHMIDT, D.; ELLI, E.F. Biomassa e teor de óleo essencial em *Aloysia triphylla* (l'herit) Britton submetida a diferentes níveis de reposição hídrica e à variação sazonal das condições ambientais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.17, n.4, p.631-641, 2015.

SIATKA, T.; KASPAROVA, M. Seasonal variation in total phenolic and flavonoid contents and DPPH scavenging activity of *Bellis perennis* L. flowers. **Molecules**, v.15, p.9450-61. 2010.

SINGH, S.; SINGH, M.; SINGH, A.K.; KALRA, A.; YADAV, A.; PATRA, D. Enhancing productivity of indian basil (*Ocimum basilicum* L.) through harvest management under rainfed conditions of Subtropical North Indian Plains. **Industrial Crops and Products**, v.32, p.601-606, 2010.

SILVA, N.A.; OLIVEIRA, F.F.; COSTA, L.C.B.; BIZZO, H.R.; OLIVEIRA, R.A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, n.3, p.52-55, 2006.

SILVA, I.M.; GUSMÃO, S.A.L.; BARROS, A.C.A.; GOMES, R.F.; SILVA, J.P.; PEREIRA, J.K.B. Enraizamento de manjeriço em diferentes substratos e doses de cinzas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, p.188-191, 2012.

SINGH, A.K. Seedling morphology of four species of *Ocimum* L. (Lamiaceae) and its taxonomic significance. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, v.19, n.1, p.89-92, 2012.

SHAROPOV, F.S.; SATYAL, P.; AWADH ALI, N.A.; POKHAREL, S.; ZHANG, H.; WINK, M.; KUKANIEV, M.A.; SETZER, W.N. The essential oil compositions of *Ocimum basilicum* from three different regions: Nepal, Tajikistan, and Yemen. **ChemistryBiodiversity**, v.13, p.241-248, 2016.

SOUZA, L.A.; GRATÃO, A.S.; LEITE, M.N.; ANDRADE, F.M.C.; CECOM, P.R.; FREITAS, G.B. Plasticidade fenotípica de *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa* (Spreng.) Joch. Müll. (2006) - Asteraceae - sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.16, n.2, p.231-236, 2014.

SRIVASTAVA, S., CAHILL, D.M., CONLAN, X.A., ADHOLEYA, A. A novel in vitro whole plant system for analysis of polyphenolics and their antioxidant potential in cultivars of *Ocimum basilicum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, p.10064-10075, 2014.

SNOUSSI, M.; DEHMANI, A.; NOUMI, E.; FLAMINI, G.; PAPETTI, A. Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. strains. **Microbial Pathogenesis**, v.90, p.13-21, 2016.

TERRA JUNIOR, O. N.; MALDONADO, J.V.; ARNOBIO, A. Estudo do desempenho comercial dos insumos farmacêuticos vegetais sob a ótica do Comércio Exterior. **Revista Fitos**, v.9, n.3, p.161-252, 2015.

KLEIN, T.; LONGHINI, R.; BRUSCHI, M.L.; TIBALDI, G.; FONTANA, E.; NICOLA, S. Growing conditions and postharvest management can affect the essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart. **Industrial Crops and Products**, v.34, p.1516-1522, 2011.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. **Journal of Food Science**, v.79, n.7, p.1231-1249, 2014.

TULUKCU, E.; SAGDIC, O.; ALBAYRAK, S.; EKISI, L.; YATIM, H. Effect of Collection Time on Biological activity of *Salvia salarea*. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.83, p.44-49, 2009.

VERMA, R.S.; PADALIA, R.C.; ARYA, V.; CHAUHAN, A. Aroma profiles of the curry leaf, *Murraya koenigii* (L.) Spreng. chemotypes: variability in north India during the year. **Industrial Crops and Products**, v.36, p.343 – 349, 2012.

VERONEZI, C.M.; COSTA, T.; JORGE, N. Basil (*Ocimum basilicum* L.) as a natural antioxidant. **Journal of Food Processing and Preservation**. v.38, p.255–261, 2012.

VIEIRA, 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.

VIEIRA, R.F.; SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) based on volatile oils. **Flavour and Fragrance**, v.21, p.214–221, 2006.

4. ARTIGO 1: DESEMPENHO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MANJERICÃO CULTIVADOS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO

Periódico a ser submetido: Horticultura Brasileira

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares e híbridos de manjeriço em duas épocas de plantio. Para o ensaio utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas 24 genótipos de manjeriço, sendo 20 cultivares comerciais e quatro híbridos cultivados em duas épocas de plantio seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016). As variáveis avaliadas foram: altura de planta (cm planta^{-1}), largura da copa (cm planta^{-1}), massa seca de folhas (g planta^{-1}) e rendimento (mL planta^{-1} e L ha^{-1}) de óleo essencial. Os dados de cada época foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Realizou-se a análise de variância individual e conjunta para os experimentos das duas épocas. Foram estimados os seguintes parâmetros: coeficiente de variação genética (CV_g), coeficiente de variação ambiental (CV_e), razão CV_g/CV_e e a herdabilidade (h^2). As médias diferiram significativamente em relação à época de plantio para a maioria das cultivares. Os valores de massa seca de folha variaram de 6,23 a 75,00 g planta^{-1} (época seca) e 9,17 a 26,49 g planta^{-1} (época chuvosa). O híbrido Cinnamon x Maria Bonita (1,50 mL planta^{-1}) e a cultivar Mrs. Burns (1,44 mL planta^{-1}) apresentaram maior rendimento de óleo essencial na época seca. Na época chuvosa foi de 1,29 mL planta^{-1} (Mrs. Burns). Todos os caracteres avaliados apresentaram alta herdabilidade (h^2) ($>50\%$) e razão CV_g/CV_e ($>1,0$), nas duas épocas, indicando situação favorável para seleção em um programa de melhoramento. A época de plantio influencia na produção de biomassa e óleo essencial de manjeriço.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum*, competição de cultivares, biomassa, sazonalidade.

ABSTRACT

Título: Performance of basil cultivars and hybrids cultivated in two planting seasons

The objective of this work was to evaluate the performance of basil cultivars and hybrids in two planting seasons. The experiments were conducted in a randomized block design, with three replications. Twenty-four basil genotypes were tested, 20 commercial cultivars and four hybrids, cultivated in the dry season (oct.-dec./2015), and the rainy season (apr.-jun./2016). The evaluated variables were: plant height (cm plant^{-1}), canopy width (cm plant^{-1}), leaf dry mass (g plant^{-1}) and yield essential oil (mL plant^{-1} and L ha^{-1}). The data of each period were submitted to analysis of variance and the means were grouped by the Scott-Knott ($p \leq 0.05$). The individual and joint analyzes of variance were performed for the experiments of the two seasons. The estimated parameters were: coefficient of genetic variation (CV_g), coefficient of environmental variation (CV_e), CV_g/CV_e ratio, and heritability (h^2). Leaf dry weight values per plant ranged from 6.23 to 75.00 g plant^{-1} (dry season) and 9.17 to 26.49 g plant^{-1} (rainy season). The hybrid Cinnamon x Maria Bonita (1.50 mL plant^{-1}) and the cultivar Mrs. Burns (1.44 mL plant^{-1}) presented higher yields of essential oil in the dry season. All evaluated variables showed high heritability (h^2) ($> 50\%$) and CV_g/CV_e ratio (> 1.0), in both planting seasons, indicating a favorable situation for selection. The planting season influences on the production of biomass and essential oil of basil.

Key-words: *Ocimum basilicum*, competition of cultivars, biomass, seasonality.

4.1. Introdução

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae e é uma planta medicinal, aromática e condimentar muito usada no mundo. De acordo com a FAO (2015), o comércio mundial de manjeriço mostrou um aumento de 25% (de 613,772 para 820,162 mt) na quantidade exportada entre os anos de 2012 e 2013. O total de exportações e importações mundiais foi de 820,162 a 8201,77 megatoneladas, respectivamente. Os principais países exportadores foram a China, Índia, Madagascar, Egito, México, enquanto os principais importadores foram a China, EUA, Alemanha, Madagáscar. Já a produção mundial de óleo essencial de manjeriço variou de 50 a 100 toneladas e o rendimento do óleo essencial de manjeriço indiano de 132,0 a 162,5 kg.ha⁻¹ (Singh et al., 2010; Lubbe & Verpoorte, 2011).

O conhecimento sobre qual o material genético ideal para cada época do ano é de grande relevância para o produtor que deseja trabalhar com a espécie. Sendo assim, há necessidade de realizar experimentos para avaliar o desempenho de genótipos disponíveis no mercado, fornecendo informações para os produtores de qual cultivar ou híbrido plantar nas diferentes épocas. Vários fatores podem influenciar a produção de biomassa e óleo essencial do manjeriço, desde a cultivar utilizada até o método de cultivo e colheita utilizados (Blank et al., 2010).

Sabe-se que a produção de biomassa e o conteúdo dos princípios ativos das plantas medicinais dependem de fatores genéticos e ambientais, incluindo o solo e as condições climáticas, época de colheita e condições de armazenamento (Verma et al., 2012). Ferreira et al. (2016), encontraram variação sazonal, devido a condição climática, mais limitante do que a adubação nitrogenada na produtividade da cultivar alfavaca basilicão vermelho (*Ocimum basilicum*). O efeito da sazonalidade também foi observado por em *Mentha arvensis* L. e *Aloysia triphylla* tanto na produção de biomassa como na concentração de óleo essencial das plantas (Chagas et al., 2011; Schwerz et al., 2015).

Para explorar todo o potencial produtivo da espécie, é necessária a investigação das correlações genéticas, fenotípicas, ambientais e interação genótipo-ambiente existentes entre os caracteres em diferentes épocas. As técnicas de cultivo devem ser desenvolvidas de acordo com as características climáticas de cada região, pois o desempenho agrônômico da cultura depende da interação. Esta interação pode influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas (Pravuschi et al., 2010; Ferreira et al., 2015).

Com o propósito de obter informações a respeito das cultivares de manjeriço e produção de óleo essencial, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares e híbridos de manjeriço nas épocas: seca e chuvosa.

4.2. Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Experimental “Campus Rural da UFS” localizada no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil (latitude 10° 55’ 27” S, longitude 37° 12’ 01” W e altitude de 46 m). A região é caracterizada pelo clima do tipo As (tropical chuvoso com verão seco, de acordo com a classificação de Köppen) e temperatura média anual é de 25,2°C.

Foi avaliado o desempenho de 24 genótipos de manjeriço sendo 20 cultivares comerciais e quatro híbridos experimentais do programa de melhoramento genético de manjeriço da UFS. Foram adquiridas 14 cultivares comerciais da empresa Richters (Anise, Ararat, Edwina, Dark Opal, Genovese, Green Globe, Italian Large Leaf, Magical Michael, Mrs. Burns, Napoletano, Nufar F₁, Osmin, Purple Ruffles e Sweet Dani), cinco da empresa ISLA (Grecco a Palla, Italian Large Leaf - ISLA, Italian Large Red Leaf, Red Rubin Purple Leaf e Limoncino), a cultivar Maria Bonita (Blank et al., 2007) e quatro híbridos experimentais (‘Cinnamon’ x ‘Maria Bonita’, ‘Genovese’ x ‘Maria Bonita’, ‘Sweet Dani’ x ‘Cinnamon’ e ‘Sweet Dani’ x ‘Genovese’). O delineamento experimental foi de blocos

casualizados, com três repetições (parcela útil) e dois canteiros utilizados como bordadura. Cada parcela foi constituída de duas fileiras de três plantas, totalizando seis plantas por parcela. O espaçamento usado foi de 0,60 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. Nos canteiros foi utilizada filme plástico preto como cobertura morta. Os ensaios foram conduzidos na época seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016).

Para a produção de mudas foi utilizado como substrato solo do local do experimento, húmus de minhoca e pó-de-coco (2:1:1), acrescentado de 1 g de calcário e 6 g de fertilizante Hortosafra® (6-24-12) para cada litro de substrato. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno com 162 células. Na área do experimento foi realizada aração, calagem e adubação de acordo com a análise do solo. O solo é caracterizado como Podzólico Vermelho Amarelo e apresentou as seguintes características químicas: M.O. = 11,40 g dm⁻³; pH em água = 5,52; P = 69,0 mg dm⁻³; K = 30,9 mg dm⁻³; Ca = 2,10 cmolc dm⁻³; Mg = 1,13 cmolc dm⁻³; H + Al = 1,05 cmolc dm⁻³; CTC = 4,42 cmolc dm⁻³; SB = 3,37 cmolc dm⁻³ e V = 76,20%. Foi realizado o encanteiramento e adubação com 800 kg ha⁻¹ de Mono-Amônio-Fosfato (MAP), 300 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) e 5 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido.

As plantas foram irrigadas por gotejamento conforme a necessidade da cultura. O controle de plantas espontâneas foi por meio de capinas manuais (Blank et al., 2004). As colheitas foram realizadas nos meses de dezembro/2015 (época seca) e junho/2016 (época chuvosa). Os dados meteorológicos (precipitação e temperatura) foram coletados durante a condução do experimento (Figura 1).

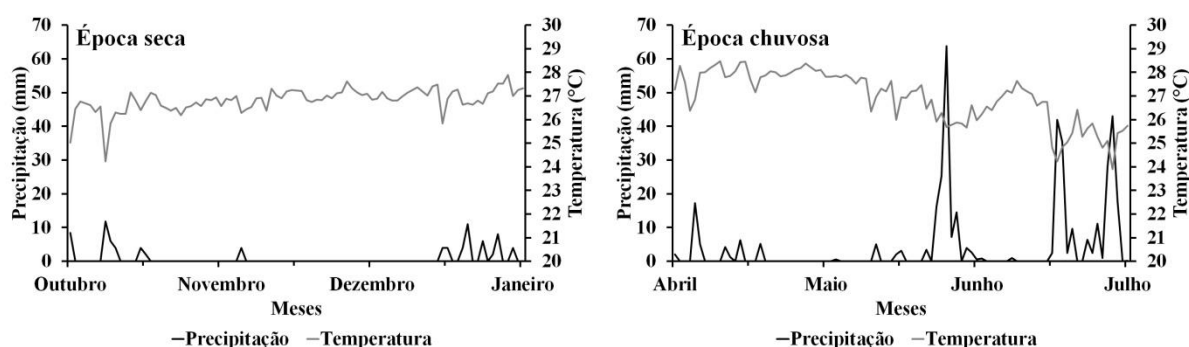


Figura 1: Precipitação (mm) e temperatura média (°C) na área experimental durante os períodos de cultivo nas épocas seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016). São Cristóvão-SE, UFS, 2016.

As avaliações foram feitas após a abertura da primeira flor de 50% das plantas da parcela nas duas épocas do estudo. Antes de efetuar o corte das plantas de cada parcela útil, por ocasião da plena floração, foram feitas medidas de altura média de planta (cm planta⁻¹) e largura da copa (cm planta⁻¹). Após o corte das plantas de cada parcela útil, as folhas colhidas foram secas em estufa a 40°C com circulação forçada de ar, por cinco dias para obter a massa seca de folhas (g planta⁻¹). Após a secagem, o óleo essencial foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado utilizando-se amostras de 50 g de folhas secas destiladas por 140 minutos (Ehlert et al., 2006) para análise de rendimento (mL planta⁻¹ e L ha⁻¹) de óleo essencial.

Os dados do ensaio de cada época foram submetidos à análise de variância conjunta para as duas épocas. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$), utilizando o software Sisvar®.

A análise de variância conjunta seguiu o modelo proposto por Vencovsky & Barriga (1992). O modelo matemático empregado foi:

$$Y_{ijk} = m + B/A_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}.$$

onde Y_{ijk} é o valor observado do i -ésimo genótipo no k -ésimo bloco dentro da j -ésima época; m é a média geral; B/A_{jk} é o efeito do k -ésimo bloco dentro da j -ésima época; G_i o

efeito do i-ésimo genótipo; Aj o efeito da j-ésimo época; GAij o efeito da interação do i-ésimo genótipo com a j-ésimo época; e Eijk o erro experimental.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, como a herdabilidade (h^2), coeficiente de variação (CV%), correlações fenotípicas e genotípicas foram efetuadas por meio do programa GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) versão 2006.4.1 (Cruz, 2005). A partir das esperanças dos quadrados médios foram estimados os componentes da variância genética (σ_g^2) e ambiental (σ_e^2) para as principais características avaliadas. Foram também estimados os parâmetros genéticos como coeficientes de herdabilidade (h^2) e razão CV_g/CV_e .

$$\begin{aligned}\sigma_f^2 &= \sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2 \\ \sigma_g^2 &= \frac{QM_G - QM_{GA}}{ar} \\ \sigma_{ge}^2 &= \frac{QM_{GA} - QM_R}{r} \times \frac{g - 1}{g} \\ h^2 &= \frac{\sigma_g^2}{GM_G/ar} \\ CV_g &= \frac{100\sqrt{\sigma_g^2}}{m}\end{aligned}$$

4.3. Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$) para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). Também foram observadas diferenças na análise conjunta e nos parâmetros genéticos (Tabela 2).

A altura de planta das cultivares de manjerição variaram de 22,33 a 74,05 cm na época seca e de 37,72 a 80,54 cm planta⁻¹ na época chuvosa (Tabela 1). As plantas mais altas na época seca foram dos híbridos Genovese x Maria Bonita e Sweet Dani x Cinnamon e na época chuvosa foram as cultivares Mrs. Burns, Sweet Dani e os híbridos Sweet Dani x Cinnamon e Sweet Dani x Genovese.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram observados por Verna et al. (2012), ao avaliarem a variação em duas cultivares de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas em duas épocas na Índia, encontraram valores de altura de planta variando de 44,6 a 82,3 cm para a época de primavera-verão e de 59,6 a 94,6 cm para a época de outono-inverno. Em trabalho realizado em Uberlândia com a cultivar Maria Bonita, em duas épocas, foi observado altura de planta variando de 50 cm (set. - nov.) a 59 cm (fev. - maio) (Luz et al., 2014a). No presente trabalho observou-se altura de planta da cultivar Maria Bonita variando de 39,72 cm (out. - dez.) a 51,03 cm (abr. - jun.). Essas diferenças podem ter ocorrido devido à variação das condições climáticas entre os locais de cultivo. Assim como outros efeitos climáticos, a falta de chuvas pode influenciar no crescimento de manjerição.

Em relação à largura de copa, as médias variaram de 27,33 a 88,75 cm planta⁻¹ na época seca e 36,94 a 70,70 cm planta⁻¹ na época chuvosa (Tabela 1). Na primeira época as plantas com maior copa foram os híbridos Cinnamon x Maria Bonita e Sweet Dani x Cinnamon. Já na época chuvosa houve a formação de apenas dois grupos, sendo as maiores copas para cultivares Ararat, Genovese, Mr. Burns, Napoletano, Nufar F1, Sweet Dani, Italian Large Red Leaf, Limoncino e os híbridos Cinnamon x Maria Bonita e Sweet Dani x Cinnamon.

Tabela 1. Médias das variáveis, altura de planta (cm planta⁻¹), largura de copa (cm planta⁻¹), massa seca de folhas (g planta⁻¹), rendimento (mL planta⁻¹ e L ha⁻¹) de óleo essencial de cultivares e híbridos de manjerição cultivados nas épocas seca (outubro-dezembro/2015) e chuvosa (abril-junho/2016). São Cristóvão-SE, 2016.

Genótipos	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
	Altura de planta (cm planta ⁻¹)		Largura da copa (cm planta ⁻¹)		Massa seca de folhas (g planta ⁻¹)		Rendimento de óleo essencial (mL planta ⁻¹)		Rendimento de óleo essencial (L ha ⁻¹)	
Anise	36,67 dB	54,11 cA	42,83 cA	50,89 bA	19,98 cA	17,79 bA	0,34 dA	0,47 cA	11,37 cA	15,84 cA
Ararat	47,42 cB	70,15 bA	41,67 cA	51,98 aA	16,00 dA	17,80 bA	0,13 eA	0,18 eA	4,28 dA	5,82 dA
Edwina	47,58 cB	64,00 bA	46,67 cA	41,89 bA	27,74 cA	16,01 bB	0,22 eA	0,22 dA	5,48 dA	7,47 dA
Dark Opal	32,37 dB	52,22 cA	37,12 dB	50,30 bA	15,11 dA	14,60 bA	0,10 eA	0,12 eA	3,25 dA	3,89 dA
Genovese	42,00 cB	64,08 bA	43,87 cA	52,78 aA	26,59 cA	20,62 aA	0,21 eB	0,43 cA	7,21 cB	14,24 cA
Green Globe	22,33 eB	37,72 dA	27,33 dA	38,67 bA	10,00 dA	11,11 bA	0,11 eA	0,15 eA	3,79 dA	4,94 eA
Italian Large Leaf	46,69 cB	69,89 bA	43,11 cA	48,22 bA	21,49 cA	14,67 bA	0,18 eA	0,23 dA	6,13 dA	7,42 dA
Magical Michael	28,72 eB	47,17 cA	33,28 dB	47,78 bA	13,19 dA	18,74 bA	0,19 eB	0,39 cA	6,30 dB	13,02 cA
Mrs. Burns	57,17 bB	80,54 aA	69,25 bA	70,70 aA	53,15 bA	31,34 aB	1,44 aA	1,29 aA	48,12 aA	43,03 aA
Napoletano	37,08 dB	58,14 cA	40,58 cB	59,51 aA	22,11 cA	26,49 aA	0,18 eA	0,32 dA	5,95 dA	10,69 dA
Nufar F1	40,94 dB	60,61 bA	47,33 cA	53,00 aA	23,33 cA	23,18 aA	0,28 dA	0,31 dA	9,33 cA	10,19 dA
Osmin	37,18 dB	50,42 cA	40,83 cA	42,11 bA	19,70 cA	11,13 bA	0,12 eA	0,08 eA	3,89 dA	2,73 fA
Purple Ruffles	39,50 dA	46,44 cA	32,50 dA	36,94 bA	21,25 cA	9,17 bB	0,40 dA	0,17 eB	5,38 dA	5,74 eA
Sweet Dani	62,67 bB	76,70 aA	59,87 bA	59,35 aA	40,84 bA	15,74 bB	0,34 dA	0,28 dA	9,74 cA	9,44 dA
Grecco a Palla	23,89 eB	41,29 dA	30,05 dB	45,99 bA	10,35 dA	13,86 bA	0,11 eA	0,20 eA	3,79 dA	6,55 dA
Italian Large Leaf (ISLA)	47,92 cB	69,50 bA	43,67 cA	45,83 bA	25,33 cA	19,12 bA	0,25 dA	0,27 dA	8,42 cA	8,92 dA
Italian Large Red Leaf	46,83 cB	70,03 bA	34,33 dB	58,28 aA	16,00 dA	26,43 aA	0,14 eB	0,42 cA	3,47 dB	13,91 cA
Red Rubin Purple Leaf	30,00 eB	50,09 cA	31,78 dA	41,99 bA	9,23 dA	10,02 bA	0,06 eA	0,08 eA	1,93 dA	2,67 fA
Limoncino	42,33 dB	61,67 bA	52,25 cA	64,72 aA	34,26 bA	22,08 aB	0,43 dA	0,24 dB	14,33 cA	7,84 dB
Maria Bonita	39,72 dB	51,03 cA	38,53 cA	44,94 bA	22,17 cA	18,10 bA	0,74 cA	0,71 bA	23,96 bA	23,58 bA
Híbrido Cinnamon x Maria Bonita	56,75 bB	66,28 bA	88,75 aA	55,22 aB	75,00 aA	24,04 aB	1,50 aA	0,50 cB	50,00 aA	16,58 cB
Híbrido Genovese x Maria Bonita	70,94 aA	66,39 bA	61,00 bA	50,72 bA	39,28 bA	17,47 bB	0,67 cA	0,33 dB	22,23 bA	10,92 dB
Híbrido Sweet Dani x Cinnamon	74,05 aA	77,22 aA	74,05 aA	54,00 aB	49,05 bA	23,69 aB	0,98 bA	0,56 cB	32,70 bA	18,77 bA
Híbrido Sweet Dani x Genovese	64,39 bB	74,09 aA	60,17 bA	47,42 bB	21,67 cA	16,31 bA	0,39 dA	0,29 dA	13,03 cA	9,78 dA
CV (%)	10,22	9,06	7,87	14,41	15,73	24,76	16,78	12,52	20,98	12,52
Média geral	44,96	60,82	47,70	50,55	26,37	18,31	0,40	0,34	12,67	11,42

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas (tratamentos), e maiúsculas nas linhas (anos), não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O crescimento das plantas medicinais sofre interferência de condições climáticas como: temperatura, umidade relativa do ar, comprimento do dia e pluviosidade (Corrêa Junior & Scheffer, 2013). Na época seca foram registrados menores índices pluviométricos (Figura 1), e consequentemente maiores níveis de radiação solar. Esses fatores podem ter influenciado na diferença do comprimento da largura da copa de alguns genótipos entre as épocas em estudo. O mesmo foi observado por Ferreira et al. (2016) ao avaliar a influência da sazonalidade na produtividade de manjerição.

O híbrido 'Cinnamon' x 'Maria Bonita' apresentou a maior massa seca de folhas da época seca com 75,00 g planta⁻¹. Na época chuvosa as plantas variaram de 9,17 a 31,34 g planta⁻¹ (Tabela 1). Nessa época as cultivares com maior massa seca foram: Genovese (20,62 g planta⁻¹), Mrs. Burns (31,34 g planta⁻¹), Napolitano (26,49 g planta⁻¹), Nufar F₁ (23,18 g planta⁻¹), Italian Large Red Leaf (26,43 g planta⁻¹), Limoncino (22,08 g planta⁻¹) e os híbridos 'Cinnamon' x 'Maria Bonita' (24,04 g planta⁻¹) e 'Sweet Dani' x 'Cinnamon' (23,69 g planta⁻¹) (Tabela 1).

A pluviosidade leva a uma perda de nutrientes por lixiviação, permitindo que as plantas apresentem aspecto com menor desenvolvimento (Luz et al. 2014a). Esse fator pode ser observado na época chuvosa, período no qual foram observados os maiores índices pluviométricos (Figura 1). Schwerz et al. (2015) estudando a produção de biomassa em *Aloysia triphylla* verificam efeito da variação sazonal na produção de massa seca de folhas (g planta⁻¹) entre as estações do ano com maior produção das plantas coletadas no mês de novembro. A época também teve efeito significativo na produção de massa seca de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) com maior produção para época seca comparada à época chuvosa (Blank et al., 2007). Determinar a melhor época de colheita em função da produção de biomassa é fundamental no manejo das plantas medicinais visando obter maior qualidade e produtividade.

O rendimento de óleo essencial na época seca variou de 0,06 a 1,50 mL planta⁻¹ e na época chuvosa de 0,08 a 1,29 mL planta⁻¹. O híbrido Cinnamon x Maria Bonita e a cultivar Mr. Burns apresentaram os maiores rendimentos de óleo essencial da época seca. A mesma cultivar teve a maior produção na época chuvosa. Observou-se desempenho semelhante para os genótipos quanto ao rendimento de óleo em L ha⁻¹.

Na primeira época as maiores temperaturas médias junto com os menores índices pluviométricos, influenciaram numa maior produção de biomassa e consequentemente maior absorção de metabólitos secundários que atuam, entre outras coisas, como mecanismos de defesa das plantas. Em trabalho com *Melissa officinalis*, Luz et al. (2014b) alcançaram plantas com maior rendimento de óleo essencial em condições climáticas da época quente e úmida. A época de colheita também teve efeito no óleo essencial de *Lippia gracilis* a qual apresentou maiores rendimentos de óleo essencial no período seco de cultivo (Cruz et al., 2014).

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), foi observada variabilidade genética entre as médias dos genótipos, ambientes e interação genótipo x ambiente (GxA) para todas as variáveis.

As estimativas de parâmetros genéticos (Tabela 2) podem direcionar programas de melhoramento, pois além de auxiliar no processo seletivo, servem como referencial teórico para as recomendações dos materiais comerciais (Rosado et al., 2012).

Nas duas épocas em estudo, houve diferenças das variáveis dentro de cada época (Tabela 2). A época seca apresentou os maiores coeficientes de variação genética para todos os caracteres, indicando a presença de maior variação quando comparado à época chuvosa.

Valores altos de herdabilidade (h^2) para todas as variáveis (Tabela 2), superiores a 60%, indicam que os caracteres apresentam forte controle genético e com grandes possibilidades de serem transmitidos as futuras gerações. O conhecimento da variação existente entre cultivares, principalmente quando essas são devido a diferenças genéticas, é

fundamental em qualquer programa de melhoramento, permitindo conhecer o controle genético do caráter e a potencial seleção de combinações híbridas (Blank et al., 2012).

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para as variáveis altura de planta (AP), largura de copa (LC), massa seca de folhas (MSF) e rendimento de óleo essencial (RO) de cultivares e híbridos de manjerição cultivados nas épocas seca (outubro-dezembro/2015) e chuvosa (abril-junho/2016). São Cristóvão-SE, UFS, 2016.

FV	GL	QM			
		AP	LC	MSF	RO
Blocos/Épocas	4	263,70	513,77	1,50	0,02
Genótipos (G)	23	899,31*	644,17*	553,57*	0,57*
Épocas (E)	1	9835,68*	546,15*	2335,22*	0,15*
G x E	23	93,29*	248,32*	268,51*	0,10*
Erro	92	26,19	51,77	45,05	0,01
CV (%)		9,61	14,79	30,04	30,36
Parâmetros genéticos					
Variância genética		134,33	65,97	47,51	0,08
Variância residual		22,36	51,77	45,05	0,01
h ² % (média)		89,62	61,45	51,49	82,37
CV _g (%)		21,77	16,69	30,85	77,08
CV _e (%)		9,63	14,77	30,24	30,34
Razão CV _g / CV _e		2,26	1,13	1,02	2,54

*Significativo a 5% pelo teste F

h²: herdabilidade média; CV_g: coeficiente de variação genética; CV_e: coeficiente de variação ambiental.

A razão CV_g/CV_e entre os coeficientes de variação genético e ambiental para todos os caracteres foi superior a 1,0 (Tabela 2). Assim, quando a razão CV_g/CV_e é maior que 1,0 indica condição favorável à seleção, pois a variação genética supera a ambiental. A relação CV_g/CV_e, juntamente com a herdabilidade, são indicativos das possibilidades de ganhos genéticos com a seleção, pois desempenham importante função no entendimento da variação existente entre os genótipos (Gonçalves Neto et al., 2012; Carmona et al., 2015). O maior valor da relação CV_g/CV_e foi observado para rendimento de óleo essencial (2,54) indicando que a seleção para este caráter apresenta as condições mais favoráveis em termos de ganhos genéticos imediatos. Santana (2014) avaliando o comportamento fenotípico e genotípico de cultivares híbridas de manjerição encontrou alta porcentagem de herdabilidade (acima de 90%), para as variáveis massa seca de parte aérea, teor e rendimento de óleo essencial.

Para a produção de massa seca de folhas, o híbrido Cinnamon x Maria Bonita apresenta melhor desempenho nas duas épocas. Na produção de óleo essencial a cultivar Mrs. Burns teve performance superior.

Os resultados indicam que a época tem influência na produção de biomassa e óleo essencial de manjerição. A época seca favorece um maior rendimento para as cultivares.

4.4. Referências Bibliográficas

- BLANK AF; CARVALHO FILHO JLS; SANTOS NETO AL; ARRIGONI-BLANK MF; SILVA-MANN R; MENDONÇA MC. 2004. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjerição e alfavaca. *Horticultura Brasileira* 22: 113-116.
- BLANK AF; COSTA AG; ARRIGONI-BLANK MF; CAVALCANTE SCH; ALVES PB; INNECCO R; EHLERT PAD; SOUZA IA. 2007. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 17: 557-564.
- BLANK AF; SOUZA EM; PAULA JWA; ALVES PB. 2010. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjerição. *Horticultura Brasileira* 28: 305-310.

- BLANK AF; ROSA YRS; FILHO JLSC; SANTOS CA; ARRIGONI-BLANK MF; NICULAU ES; ALVES PB. 2012. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and products*, 38: 93-98.
- CARMONA PAO; PEIXOTO JR; AMARO GB; MENDONÇA MA. 2015. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. *Horticultura Brasileira* 33: 241-250.
- CHAGAS JH; PINTO JEBP; BERTOLUCCI SKV; SANTOS FM. 2011. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa. *Acta Scientiarum. Agronomy* 33: 327-334.
- CORRÊA JUNIOR C; SCHEFFER MC. 2013. *Boas Práticas Agrícolas (BPA) de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares*.- Curitiba: Instituto Emater, 52p.
- CRUZ, CD 2005. *Princípios de genética quantitativa*. 1a. ed. Viçosa: UFV, 391 p.
- CRUZ EMO; PINTO JAO; FONTES SS; ARRIGONI-BLANK MF; BACCI L; JESUS HCR; SANTOS DA; ALVES PB; BLANK AF. 2014. Water deficit and seasonality study on essential oil constituents of *Lippia gracilis* Schauer germplasm. *The Scientific World Journal* 2014: 1-9.
- EHLERT PAD; BLANK AF; ARRIOGONI-BLANK MF; PAULA JWA; CAMPOS DA; ALVIANO CS. 2006. Tempo de hidrodestilação na extração de óleo essencial de sete espécies de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 8: 79-80.
- FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. 2015, 18 de setembro. *Codex committee on spices and culinary herbs*. Disponível em ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/ccsch/ccsch2/sc02_09e.pdf.
- FERREIRA SD; ECHER MM; BULEGON LG; PASTÓRIO MA; EGEWARTH VA; YASSUE RM, ACHRE D. 2015. Influencia de la fertilización nitrogenada y la época de cultivo sobre el rendimiento de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) con fines medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 20: 389-396.
- FERREIRA SD; BULEGON LG; YASSUE RM; ECHER MM. 2016. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 18: 67-73.
- GONÇALVES NETO AC; MALUF WR; GOMES LAA; MACIEL GM; FERREIRA RPD; CARVALHO RC. 2012. Correlação entre caracteres e estimação de parâmetros populacionais para batata-doce. *Horticultura Brasileira* 30: 713-719.
- LUBBE A; VERPOORTE R. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products* 34: 785-801.
- LUZ JMQ; RESENDE RF; SILVA SM; SANTANA DG; CAMILO JS; BLANK AF; HABER LL. 2014a. Produção de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas* 13: 69-80.
- LUZ JMQ; SILVA SM; HABER LL; MARQUEZ MOM. 2014b. Produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 16: 552-560.
- PRAVUSCHI PR; MARQUES PAA; RIGOLIN BHM; SANTOS ACP. 2010. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Scientiarum. Agronomy* 32: 687-693.
- ROSADO AM; ROSADO TB; ALVES AA; LAVIOLA BG; BHERING LL. 2012. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 964-971.
- SANTANA A.D.D. 2014. *Comportamento fenotípico e genotípico e desenvolvimento de cultivares híbridas de manjeriço*. São Cristóvão: UFS. 49 p. (Dissertação mestrado).
- SCHWERZ L; CARON BO; MANFRON PA; SCHMIDT D; ELLI EF. 2015. Biomassa e teor de óleo essencial em *Aloysia triphylla* (l'herit) Britton submetida a diferentes níveis de

- reposição hídrica e à variação sazonal das condições ambientais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 17: 631-641.
- SINGH S; SINGH M; SINGH AK; KALRA A; YADAV A; PATRA D. 2010. Enhancing productivity of Indian basil (*Ocimum basilicum* L.) through harvest management under rainfed conditions of Subtropical North Indian Plains. *Industrial Crops and Products* 32: 601-606.
- VENCOVSKY R; BARRIGA P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: SBG, 496p.
- VERMA RS; PADALIAB RC; CHAUHANA A. 2012. Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 626-631.

5. ARTIGO 2: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MANJERICÃO CULTIVADOS EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO.

Periódico a ser submetido: Industrial Crops and Products

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o teor e composição química de cultivares e híbridos de manjeriço cultivados em diferentes épocas de plantio: seca e chuvosa. O ensaio foi em delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas 24 genótipos de manjeriço, entre cultivares comerciais e híbridos na época seca (out.-dez./2015) e chuvosa (abr.-jun./2016). Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Experimental “Campus Rural da UFS”. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e analisados por CG/MS-DIC. As variáveis avaliadas foram: teor e composição química dos óleos essenciais. Os dados de cada época foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Realizou-se a análise de variância individual e conjunta para os experimentos nas duas épocas. Foram estimados os parâmetros: coeficiente da variação genética (CV_g), coeficiente da variação ambiental (CV_e), razão CV_g/CV_e e a herdabilidade (h^2). O teor de óleo essencial variou de 0,66 a 3,21% na época seca e de 0,80 a 4,20% na época chuvosa. Os compostos encontrados em maiores quantidades entre os genótipos foram linalol, metil chavicol, neral, geranial, eugenol e (E)-cinamato de metila, definindo a formação de cinco grupos em cada época sendo classificados nos seguintes quimiotipos: metil chavicol (Grupo 1), citral (neral+geranial) (Grupo 2), cinamato de metila (Grupo 3), linalol (Grupo 4), linalol intermediário (Grupo 5). Todos os caracteres avaliados apresentaram herdabilidade (h^2) superior a 95% e altos valores da razão CV_g/CV_e . Essas estimativas indicam que é possível obter ganhos com a seleção para os caracteres avaliados. A época influenciou na produção e composição química de óleo essencial de manjeriço.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum*; variação sazonal; diversidade química; óleos voláteis.

ABSTRACT

Título: Essential oil content and chemical composition of basil cultivars and hybrids cultivated in two planting seasons.

The objective of this work was to evaluate the chemical content and composition of basil cultivars and hybrids cultivated at different planting seasons: dry and rainy. The experiments were conducted in a randomized block design, with three replications. Twenty-four basil genotypes were tested, being 20 commercial cultivars and four hybrids, planting in the dry (oct.-dec./2015), and rainy season (apr.-jun/2016). The assays were conducted at the Research Farm “Campus Rural da UFS”. Essential oils from plants were obtained by hydrodistillation and analyzed by GC/MS-FID. The evaluated variables were: Content and chemical composition of essential oils. The data of each period were submitted to analysis of variance and the means were grouped by the Scott-Knott ($p \leq 0.05$). The individual and joint variance analyzes were performed for the experiments of the two planting seasons. The estimated parameters were: coefficient of genetic variation (CV_g), coefficient of environmental variation (CV_e), CV_g/CV_e ratio and heritability (h^2). The essential oil content ranged from 0.66 to 3.21% in the dry season and from 0.80 to 4.20% in the rainy season. The compounds found in greater amounts among the genotypes were linalool, methyl chavicol, neral, geranial, eugenol, and (E)-methyl cinnamate. Five groups in each planting season were formed, being classified in the following chemotypes: methyl chavicol (Cluster 1), citral (neral + geranial) (Cluster 2), methyl cinnamate (Cluster 3), linalool (Cluster 4), intermediate linalool (Cluster 5). All

evaluated traits had a heritability (h^2) higher than 95% and high CV_g/CV_e ratio values. These estimates indicate that gains can be achieved by selection in a breeding program. The season influenced the production and chemical composition of basil essential oil.

Key-words: *Ocimum basilicum*; seasonal variation; chemical diversity; volatile oils.

5.1. Introdução

Ocimum basilicum L., vulgarmente conhecido como manjeriço, pertence ao género *Ocimum* da família Lamiaceae. É uma espécie nativa da Ásia (Índia, Paquistão, Irã, Tailândia e outros países) e cresce de forma espontânea em regiões tropicais e sub-tropicais. (Makri and Kintzios, 2008; Khair-ul-Bariyah et al., 2012). O manjeriço é conhecido por sua ampla diversidade química, sendo essas variações decorrentes principalmente dos seus locais de origem e de plantio. Essa variada composição possibilita a ampliação de fontes de matérias-primas para as indústrias (da Costa et al., 2015).

A produção mundial estimada de óleos essenciais é de cerca de 250.000 toneladas. (Prajapati et al., 2016). De acordo com Lubbe e Verpoorte (2011) a produção mundial de óleo essencial de manjeriço varia de 50 a 100 toneladas e o rendimento do óleo essencial de manjeriço indiano variou de 132,0 a 162,5 kg.ha⁻¹ (Singh et al., 2010), enquanto o preço do óleo essencial de manjeriço egípcio foi em torno de US\$ 187 kg⁻¹ em 2015 (ITC, 2015).

A composição dos óleos essenciais extraídos das folhas e dos ápices com inflorescência do manjeriço varia de acordo com a espécie e a localização geográfica, sendo classificados em quatro quimiotipos, de acordo com os componentes majoritários do óleo essencial: quimiotipo linalol-metil chavicol (Europeu), metil chavicol (Reunião), metil cinamato (Tropical) e quimiotipo eugenol (Java) (Martins et al., 2010). Existe uma variabilidade da composição química, uma vez que diferentes quimiotipos têm sido encontrados em diversas regiões do mundo (Hassanpouraghdam et al., 2010), sendo classificados de acordo com o seu aroma em categorias, como doce, limão, canela, cânfora, anis e cravo (Costa et al., 2014). A presença de óleos essenciais com constituintes distintos determina o aroma e sabor específicos de manjeriço e seu consequente potencial industrial.

Estudos comprovam que a variabilidade da composição química no manjeriço (da Costa et al., 2015; Fischer et al., 2011) pode ser melhorada usando combinações híbridas e consequente escolha de genótipos para futuros programas de melhoramento genético e o desenvolvimento de cultivares (Blank et al., 2012). Diversos fatores abióticos como temperatura, a intensidade de radiação luminosa, nutrição, disponibilidade hídrica e sazonalidade podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas (Cabello et al., 2014) bem como na produção e composição química dos óleos essenciais (Selmar and Kleinwächter, 2013). A época em que uma planta é coletada é um dos fatores mais relevantes, devido à quantidade e até mesmo a natureza dos constituintes não ser constante durante o ano (Paulus et al., 2013). Variações químicas nos óleos essenciais foi associado com a coleta da planta em diferentes estações do ano em *Ocimum gratissimum*, *Nectandra megapota mica*, *Hesperozygis ringens* e *Aloysia triphylla* (Freire et al., 2006; Amaral et al., 2015; Schwerz et al., 2015; Pinheiro et al., 2016).

Diante da necessidade de informações a respeito das variedades de manjeriço e de produção de óleo essencial, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o teor e composição química de 24 genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em duas épocas: seca e chuvosa.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Material vegetal e desenho experimental

Os ensaios de época seca (Out-Dez/2015) e época chuvosa (Abr-Jun/2016) foram realizados na Fazenda Experimental “Campus Rural” da Universidade Federal de Sergipe (UFS) localizada no município de São Cristóvão, SE, na porção central da região fisiográfica do Litoral do Estado de Sergipe, a 15 km de Aracaju, nas coordenadas geográficas: latitude 10° 55’ 27” S, longitude 37° 12’ 01” W e altitude de 46 m. A região é caracterizada pelo clima do tipo As (tropical chuvoso com verão seco, de acordo com a classificação de Köppen) e temperatura média anual de 25,2°C. Foram avaliadas cultivares comerciais e híbridos experimentais do Programa de Melhoramento Genético de Manjerição da UFS. O ensaio avaliou 24 genótipos (Tabela 1) e foi implantado em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída de duas fileiras de três plantas, totalizando seis plantas por parcela. O espaçamento usado foi de 0,60 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. Nos canteiros foi utilizada cobertura morta.

Para a produção de mudas foi utilizado como substrato solo do “Campus Rural”, húmus de minhoca e pó-de-coco (2:1:1), acrescentado de 1g de calcário e 6g de fertilizante Hortosafra® para cada litro de substrato. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno com 162 células. Na área dos experimentos foi realizada gradagem e aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário aos 30 dias antes da realização do plantio, de acordo com a análise do solo. O solo é caracterizado como Podzólico Vermelho Amarelo e apresentou as seguintes características químicas: M.O. = 11,40 g dm⁻³; pH em água = 5,52; P = 69,0 mg dm⁻³; K = 30,9 mg dm⁻³; Ca = 2,10 cmolc dm⁻³; Mg = 1,13 cmolc dm⁻³; H + Al = 1,05 cmolc dm⁻³; CTC = 4,42 cmolc dm⁻³; SB = 3,37 cmolc dm⁻³ e V = 76,20%. Após a calagem, foi realizado um encanteiramento, dividindo a área em cinco canteiros com dimensões de 1,00 x 37 m, adicionando ao solo 800 kg/ha de Mono-Amônio-Fosfato (MAP), 300 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) e 5 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo os da extremidade utilizados como bordadura. Nos canteiros foi utilizada cobertura morta. As plantas foram irrigadas por gotejamento de acordo com as necessidades hídricas da cultura. O manejo do manjerição foi realizado conforme o trabalho de Blank et al. (2004). As colheitas foram feitas após a abertura da primeira flor de 50% das plantas da em cada época avaliada.

5.2.2 Extração e análise do óleo essencial

As folhas coletadas em cada época de plantio foram secas em estufa a 40°C com circulação forçada de ar, por cinco dias. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger modificado. Amostras de 50g de folhas secas foram destiladas por 140 minutos (Ehlert et al., 2006). Após extração, o óleo essencial foi coletado e armazenado em frascos âmbar, à -20°C até proceder a análise da composição química. Para calcular o teor (%) obtido de cada amostra, utilizou-se a seguinte equação:

$$Teor = \left(\frac{v}{m} \right) \times 100$$

Onde, v= volume de óleo essencial extraído da amostra; m= massa seca de folhas da amostra.

As análises dos componentes dos óleos essenciais foram realizadas utilizando CG-EM/CG-DIC (GC-2010 Plus; GCMS-QP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com um amostrador automático AOC-20i (Shimadzu). As separações foram realizadas usando uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (polissiloxano 5%-difenil-95%-dimetil) de 30 m x 0,25 mm de diâmetro interno(d.i.), 0,25-µm de espessura de filme, em um fluxo constante de hélio (99,999%) com taxa de 1,2 mL.min⁻¹. Será utilizado um volume de injeção de 0,5 µL (5 mg.mL⁻¹), com uma razão de split de 1:10. A programação de temperatura do forno utilizada foi a partir de 50 ° C (isoterma durante 1,5

min), com um aumento de 4 ° C / min, à 200 ° C, em seguida, a 10 ° C / min até 250 ° C, terminando com uma isoterma de 5 min a 250 ° C.

Os dados de CG-EM e CG-DIC foram simultaneamente adquiridos empregando um sistema de separação de detector; a razão de separação de escoamento foi de 4:1 (EM: FID). Um tubo restritor de 0,62 m x 0,15 milímetros d.i. (coluna capilar) foi utilizado para ligar o divisor para o detector do EM; um tubo restritor de 0,74 m x 0,22 mm d.i. foi usado para ligar o divisor para o detector do DIC. A temperatura do injetor foi de 250 ° C e a temperatura da fonte de íons de 200 ° C. Os íons foram gerados à 70 eV; a uma velocidade de varredura de 0,3 fragmentos (scans) s⁻¹ detectados no intervalo de 40-350 Da. A temperatura do DIC foi ajustada para 250 ° C, e os suprimentos de gás para o DIC foram ar sintético, hidrogênio, hélio em taxas de fluxo de 30, 300 e 30 mL.min⁻¹, respectivamente. A quantificação de cada constituinte será estimada por normalização área do pico gerado no DIC (%). As concentrações dos compostos foram calculados a partir das áreas dos picos de CG e foram dispostos por ordem de eluição do CG.

5.2.3 Identificação dos constituintes do óleo essencial

Os componentes do óleo foram identificados através da comparação entre os espectros de massas existentes na literatura (Adams, 2007) com os espectros do banco de dados (NIST21 e NIST107) do equipamento e, também, pela comparação dos índices de retenção com os da literatura consultada. Os índices de retenção de Kovats (IK) foram determinados utilizando uma série homóloga de n-alcanos (C8-C18) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras, utilizando a equação de Van den Dool e Kratz (1963).

5.2.4 Análise estatística

Os dados de teor do óleo essencial foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a (p≤0,05) de probabilidade, utilizando o software Sisvar®.

A análise de variância conjunta seguiu o modelo proposto por Vencovsky & Barriga (1992). O modelo matemático empregado foi:

$$Y_{ijk} = m + B/A_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}.$$

onde Y_{ijk} é o valor observado do i-ésimo genótipo no k-ésimo bloco dentro da j-ésima época; m é a média geral; B/A_{jk} é o efeito do k-ésimo bloco dentro da j-ésima época; G_i o efeito do i-ésimo genótipo; A_j o efeito da j-ésima época; GA_{ij} o efeito da interação do i-ésimo genótipo com a j-ésima época; e E_{ijk} o erro experimental.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, como a herdabilidade (h^2), coeficiente de variação (CV%), correlações fenotípicas e genotípicas foram efetuadas por meio do programa GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) versão 2006.4.1 (Cruz, 2005). A partir das esperanças dos quadrados médios foram estimados os componentes da variância genética (σ_g^2) e ambiental (σ_e^2) para as principais características avaliadas. Foram também estimados os parâmetros genéticos como coeficientes de herdabilidade (h^2) e razão CV_g/CV_e .

$$\sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2$$

$$\sigma_g^2 = \frac{QM_G - QM_{GA}}{ar}$$

$$\sigma_{ge}^2 = \frac{QM_{GA} - QM_R}{r} \times \frac{g-1}{g}$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{GM_G/ar}$$

$$CV_g = \frac{100\sqrt{\sigma_g^2}}{m}$$

A partir dos dados das análises dos constituintes químicos dos óleos essenciais de cada época, duas análises multivariadas foram realizadas, análise de agrupamento e análise de componentes principais (ACP) usando o software Statistica. As médias dos teores dos constituintes químicos foram obtidas com o software Graph Pad Prism®.

5.3. Resultados

Foram observadas diferenças entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$) no teor de óleo essencial (Tabela 2). O teor de óleo essencial variou de 0,66 a 3,21 % na época seca e de 0,80 a 4,20 % na época chuvosa. O genótipo com maior teor na época seca foi a cultivar Maria Bonita (3,21%) e na época chuvosa foram as cultivares Mrs. Burns e Maria Bonita (4,20 e 3,93%).

Na análise química das épocas seca e chuvosa foram observados 16 principais constituintes nos óleos essenciais dos genótipos de manjerição avaliados (Tabela 2). Os compostos encontrados em maiores quantidades entre os genótipos foram linalol, metil chavicol, neral, geranial, eugenol e (E)-cinamato de metila, os quais definiram a formação de cinco grupos de acordo com a análise de agrupamento em cada época (Figura 1).

Considerando as similaridades dos principais constituintes químicos encontrados nos óleos essenciais dos 24 genótipos de manjerição na época seca, os grupos foram caracterizados como: Grupo 1: Anise, Ararat, Purple Ruffles, Green Globe e Nufar F1, com metil chavicol (39,32-82,23%) como composto majoritário; Grupo 2: Sweet Dani e Limoncino, com geranial (41,24-45,59%) e neral (32,80-35,28%) como compostos majoritários; Grupo 3: híbridos Cinnamon x Maria Bonita e Sweet Dani x Cinnamon, com (E)-cinamato de metila (43,37-60,71%) como composto majoritário; Grupo 4: Edwina, Italian Large Red Leaf, Italian Large Leaf (Isla), Italian Large Leaf, Magical Michael, Osmin, Red Rubin Purple Leaf, Dark Opal, Napoletano, Maria Bonita, híbridos Genovese x Maria Bonita e Sweet Dani x Genovese, com linalol (50,10-77,23%) como composto majoritário; Grupo 5: Genovese, Grecco a Palla e Mrs. Burns, com linalol intermediário (28,98-49,57%) como composto majoritário (Figura 2).

Em relação à época chuvosa, os principais constituintes químicos encontrados nos óleos essenciais de manjerição foram caracterizados como: Grupo 1: cultivares Anise, Ararat, Green Globe, Napoletano e Purple Ruffles, com metil chavicol (54,48-81,02%) como composto majoritário; Grupo 2: cultivares Mrs. Burns, Sweet Dani e Limoncino, com geranial (27,35-49,07%) e neral (21,68-37,03%) como compostos majoritários; Grupo 3: híbridos Cinnamon x Maria Bonita e híbrido Sweet Dani x Cinnamon, com (E)-cinamato de metila (38,76-61,54%) como composto majoritário; Grupo 4: cultivares Edwina, Maria Bonita, Dark Opal, Italian Large Leaf, Italian Large Red Leaf, Osmin, Italian Large Leaf (Isla), Red Rubin Purple Leaf, Magical Michael, Genovese, Nufar F1 e os híbridos Genovese x Maria Bonita e Sweet Dani x Genovese, com linalol (54,63-78,10%) como composto majoritário; Grupo 5: Grecco a Palla, com linalol intermediário (24,09%) e eugenol (29,85%) como compostos majoritários (Figura 2).

De acordo com a análise de componente principal da época seca, o componente principal primário representou 34,60% da variação total e foi relacionado positivamente com o composto nerol ($r=0,93$), neral ($r=0,95$), geranial ($r=0,95$) e óxido de cariofileno ($r=0,84$). O componente principal secundário representou 19,56% da variação total e foi relacionado positivamente com terpinen-4-ol ($r=0,84$), germacreno-D ($r=0,82$), biciclogermacreno ($r=0,88$) e epi-a-cadinol ($r=0,71$) (Figura 3A).

Na análise de componente principal para a época chuvosa, o componente principal primário representou 32,67% da variação total e foi relacionado positivamente com o composto 1,8-cineol ($r=0,71$) e negativamente com os compostos nerol ($r=-0,81$), neral ($r=-$

0,88), geranial ($r=-0,88$) e óxido de cariofileno ($r=-0,73$). O componente principal secundário representou 18,24% da variação total e foi relacionado negativamente com terpinen-4-ol ($r=-0,80$), eugenol ($r=-0,75$), β -elemeno ($r=-0,81$), germacreno-D ($r=-0,71$) e biciclogermacreno ($r=-0,89$) (Figura 3B).

As maiores correlações positivas da época seca foram observadas entre os compostos neral e geranial ($r=1,00$); nerol e geranial ($r=0,95$); nerol e óxido de cariofileno ($r=0,89$) e germacreno-D e biciclogermacreno ($r=0,81$). Na época chuvosa as maiores foram entre os compostos neral e geranial ($r=1,00$); nerol e óxido de cariofileno ($r=0,97$) e β -elemeno e biciclogermacreno ($r=0,89$) (Tabela 3).

De acordo com a análise de variância (Tabela 4), foi observada variabilidade genética entre as médias dos genótipos obtidas com base nas várias repetições e nas duas épocas analisadas. Observou-se que todas as fontes de variação (genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes) foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste de F para todos os caracteres (Tabela 4).

Todos os caracteres avaliados apresentaram variâncias genéticas superiores às variâncias residuais (Tabela 4). Observou-se também para os caracteres razão CV_g/CV_e acima de 1. As estimativas da herdabilidade (h^2) apresentaram-se acima de 95% para todos os caracteres.

5.4. Discussão

As diferenças do teor de óleo essencial entre as épocas de colheita sugerem ser decorrentes da influência dos fatores ambientais de temperatura e precipitação. As médias de temperatura mínima e máxima na época seca variaram de 23,4°C a 30,0°C, com precipitação de 26,83 mm. Já na época chuvosa as temperaturas médias foram de 25,6°C a 28,3°C e 159,33 mm de precipitação durante esse período. A concentração de metabolitos secundários no óleo essencial das plantas depende do controle genético e também das interações genótipo e ambiente, que podem ser devido a condições de estresse abiótico, ou seja, excesso ou deficiência de algum fator do meio ambiente, como luz, temperatura, nutrientes, dentre outros (Luz et al., 2014).

Os teores do óleo essencial encontrados por Smitha & Tripathy (2016) em diferentes espécies de *Ocimum* cultivados na Índia se comportaram de maneira semelhante ao do presente estudo com variação na quantidade entre duas épocas. Assim como em *Pogostemon cablin* com genótipos variando o teor de 2,60 a 1,18% entre a estação chuvosa e seca (Blank et al., 2011). Diferentemente, Botrel et al. (2010) com *Hyptis marruboides* encontrou médias superiores no verão (0,42%) quando comparado ao inverno (0,27%) para teor do óleo essencial.

A formação de cinco grupos distintos (Figura 1A e B) da composição química do óleo essencial de 24 genótipos de manjerição nas duas épocas em estudo mostrou a diversidade química existente na espécie, sendo essa influenciada especialmente pelo controle genético (Tabela 5). Silva et al. (2005), não encontrou efeito da época e horário de colheita na composição do óleo essencial de manjerição. Giachino et al. (2014) caracterizando a diversidade química de *O. basilicum*, identificou sete quimiotipos: linalol, metil-chavicol, citral/metil-chavicol, eugenol, cinamato de metila/linalol, linalol/metil eugenol e metil chavicol/linalol. Em estudo semelhante com a mesma espécie, foram encontrados cinco quimiotipos: linalol/eugenol (30-35% e 12-20%), linalol (52-66%), metil chavicol/linalol (22-48% e 21-37%), cinamato de metila (19-38%) e metil chavicol (38-95%) (Liber et al., 2011). Estudos de caracterização química com a espécie mostram a variação na composição e a importância de identificar tipos de manjerição que possam contribuir para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos (Abou El-Soud et al., 2012; Virera et al., 2014).

Entre os cinco grupos formados apenas as cultivares Nufar F1, Napoletano, Genovese e Mrs. Burns não permaneceram nos mesmos grupos nas duas épocas. A cultivar Nufar F1

migrou do grupo 1 (metil chavicol) na época seca para o grupo 2 (linalol) na época chuvosa. A mudança de grupo provavelmente foi devido à variação de 39,32 a 11,86% de metil chavicol e de 44,73 a 60,25% de linalol entre as épocas seca e chuvosa. A mesma variação entre esses compostos foi observada para a cultivar Napoletano que migrou do grupo 2 (linalol) da época seca para o grupo 1 (metil chavicol) da época chuvosa. A cultivar Genovese migrou do grupo 5 (linalol intermediário) na época seca para o grupo o grupo 4 (linalol) na época chuvosa. Essa mudança pode estar relacionada ao aumento do teor do composto linalol que variou de 49,57 a 57,33%. O mesmo pode ser observado em trabalho avaliando a variação sazonal de óleo essencial de espécies de *Ocimum* na Índia em que o composto linalol variou de 14,62 a 10,49% e metil chavicol de 33,32 a 58,50% entre dois períodos (Smitha & Tripathy 2016). O conhecimento sobre a ocorrência de variabilidade sazonal na produção de princípios ativos é um dos principais parâmetros a ser considerado no planejamento na colheita de plantas medicinais e aromáticas quando o objetivo é a qualidade da matéria-prima, e a presença de princípios ativos de interesse.

As altas correlações positivas foram observadas entre os compostos que podem ser úteis para programas de melhoramento genético. Selecionando uma planta com alto conteúdo do primeiro composto, existe uma grande possibilidade de que ela apresente também alto conteúdo do segundo.

Esta correlação também pode auxiliar na síntese de produtos naturais, possibilitando a seleção de plantas com alto teor do primeiro composto, em detrimento do segundo composto.

Todas as variáveis apresentam alto coeficiente de herdabilidade (>60%) (Tabela 5). Indivíduos selecionados nesses ambientes tem a tendência de transferir seus níveis de produtividade nas próximas gerações. Esses caracteres poderão ser explorados em programas de melhoramento da espécie.

As estimativas de herdabilidade comprovam que os caracteres em estudo sofrem pouca influência ambiental como se pode observar para os compostos linalol, metil chavicol e o grupo citral nas duas épocas (Tabela 5). Os valores altos da relação CV_g/CV_e , para todos os caracteres estudados, confirmam que o melhoramento desse caráter é viável.

A herdabilidade expressa à proporção da variância genética na variância fenotípica, calculada em termos de estimativa (h^2); ela pode variar sob diferentes condições que podem envolver genótipo, ano e local (interação genótipo x ambiente) (Blank et al., 2010). A relação CV_g/CV_e é um parâmetro que indica o sucesso na seleção de genótipos superiores. Valores dessa razão iguais ou superiores a 1,0 indicam que a variação genética disponível é a maior responsável pelo CV e pouco influenciada pela variação ambiental (Faluba et al., 2010).

Combinações de genótipos poderão produzir novas cultivares que potencializem compostos de interesse que poderão contribuir expressivamente para a busca de novas substâncias ou combinações de substâncias que sejam úteis em vários aspectos da vida humana, como sua atividade antioxidante (Kwee & Niemeyer, 2011; Srivastava et al., 2014), antimicrobiana (Rattanachaikunsopon & Phumkhachorn, 2010; Joshi, 2014) e inseticida (Govindarajan et al., 2013).

Os resultados mostram que a época tem influência no teor de óleo essencial de manjerição, e a caracterização da diversidade química mostra uma grande variedade de compostos encontrados nos óleos essenciais, que poderão auxiliar em programas de melhoramento com o intuito de desenvolver novas cultivares com novos aromas e fragrâncias, além de estudos envolvendo potenciais atividades farmacológicas, medicinais e biológicas.

5.5. Referências Bibliográficas

Abou El-Soud, N.H., Deabes, M., Abou El-Kassem, L., Khalil, M., 2015. Chemical composition and antifungal activity of *Ocimum basilicum* L. essential oil. OA Maced J Med Sci. 3:374-379.

- Adams, R.P., 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy, 4th ed., Allured: Carol Stream.
- Amaral, L.P., Tondolo, J.S.M., Schindler, B., Silva, D.T., Pinheiro, C.G.; Longhi, S.J., Mallmann, C.A., Heinzmann, B.M., 2015. Seasonal influence on the essential oil production of *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. Braz. Arch. Biol. Technol. 58: 12-21.
- Blank, A.F., Rosa, Y.R.S., Carvalho Filho, J.L.S., Santos, C.A.; Arrigoni-Blank, M.F. Niculau, E.S.; Aalves, P.B., 2012. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil (*Ocimum basilicum* L.). Ind. Crops Prod. 38, 93–98.
- Blank, A.F., Sant’ana, T.C.P., Santos, P.S., Arrigoni-Blank, M.F., Prata, A.P.N., Jesus, H.C.R., Alves, P.B., 2011. Chemical characterization of the essential oil from patchouli accessionsharvested over four seasons. Ind. Crops Prod. 34, 831– 837.
- Blank, A.F., Souza, E.M., Paula, J.W.A., Alves, P.B., 2010. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. Hort. Bras. 28, 305-310.
- Blank, A.F., Carvalho Filho, J.L.S., Santos Neto, A.L., Arrigoni-Blank, M.F., Silva-Mann, R., Mendonça, M.C., 2004. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. Hort. Bras. 22, 113-116.
- Botrel, P.P., Pinto, J.E.B.P., Ferraz, V., Bertolucci, S.K.V., Figueiredo, F.C., 2010. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. Acta Sci. Agron. 32, 533-538.
- Cabello, J. V., Lodeyro, A. F., Zurbriggen, M. D., 2014. Novel perspectives forthe engineering of abiotic stress tolerance in plants. Curr. Opin. Biotechnol. 26, 62–70.
- Costa, A.S., Arrigoni-Blank, M.F., da Silva, M.A.A.P., Alves, M.F., Santos, D.A., Alves, P.B., Blank, A.F. 2014. The Impact of Hybridization on the Volatile and Sensorial Profile of *Ocimum basilicum* L. Scientific World J. 2014, 1-7.
- Costa, A.S., Arrigoni-Blank, M.F., Carvalho Filho, J.L.S., Santana, A.D.D., Santos, D.A., Alves, P.B., Blank, A.F., 2015. Chemical Diversity in Basil (*Ocimum* sp.) Germplasm. Scientific World J. 2015, 1-9.
- Cruz, C.D., 2005. Princípios de genética quantitativa, UFV, Viçosa, Brazil.
- Ehlert, P.A.D., Blank, A.F., Arriogoni-Blank, M.F., Paula, J.W.A., Campos, D.A., Alviano, C.S., 2006. Tempo de hidrodestilação na extração de óleo essencial de sete espécies de plantas medicinais. Rev. Bras. Plantas Med. 8, 79-80.
- Faluba J.S., Miranda, G.V., Lima, R.O., Souza, L.V., Debem, E.A, Oliveira, A.M.C., 2010. Potencial genético da população de milho UFV 7 para o melhoramento em Minas Gerais. Ciênc. Rural 40, 1250-1256.
- Fischer, R., Nitzan, N., David, C., Rubin, B., Dudai, N., 2011. Variation in essential oil composition within individual leaves of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) is more affected by leaf position than by leaf age. J. Agric. Food Chem., 59, 4913-4922.
- Freire, C.M.M., Marques, M.O.M., Costa, M., 2006.Effects of seasonal variation on the central nervous system activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. J Ethnopharmacol. 105: 161–166.
- Giachino, R.R.A., Tonk. C.S.F.A., Bayram, E., Yuce, S., Telci, I., Furan, M.A., 2014. RAPD and essential oil characterization of Turkish basil (*Ocimum basilicum* L.). Plant Syst Evol. 300, 1779–1791.
- Govindarajan, M., Sivakumar, R., Rajeswary, M., Yogalakshmi, K., 2013. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* L. against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). Exp. Parasitol. 134, 7–11.
- Hassanpouraghdam, M.B., Gohari, G.R., Tabatabaei, S.J., Dadpour, M.R., 2010. Inflorescence and leaves essential oil composition of hydroponically grown *Ocimum basilicum* L. J. Serb. Chem. Soc., 75, 1361-1368.

- ITC, 2015. International Trade Centre. Essential oils and oleoresins. <http://www.Intercen.org>. (Acesso 05.10.2016).
- Joshi, R.K., 2014. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) from Western Ghats of North West Karnataka, India. *Anc Sci Life*. 33, 151-156.
- Khair-ul-Bariyah, S., Ahmed, D., Ikram, M., 2012. *Ocimum basilicum*: A Review on Phytochemical and Pharmacological Studies. *Pak J. Chem* 2, 78-85.
- Kwee, E.M., Niemeyer, E.D., 2011. Variations in phenolic composition and antioxidant properties among fifteen basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chem*. 128, 1044–1050.
- Liber, Z., Stanko, K. J., Politeoc, O., Strikic, F., Kolakb, I., Milosc, M., Satovicb, Z., 2011. Chemical characterization and genetic relationships among *Ocimum basilicum*L. cultivars. *Chem. Biodivers*. 8, 1978-1989.
- Lubbe, A., Verpoorte, R., 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Ind. Crops Prod*. 34, 785–801.
- Luz, J.M.Q., Resende, R.F., Silva, S.M., Santana, D.G., Camilo, J.S., Blank, A.F., Haber, L.L., 2014. Produção de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromaticas*. 13, 69–80.
- Makri, O., Kintzios, S., 2008. *Ocimum* sp. (basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *J Herbs Spices Med Plants*. 13, 123-150.
- Martins, A.G.L.A., Nascimento, A.R., Mouchrek Filho, J.E., Mendes Filho, N.E., Souza, A.G., Aragão, N.E., da Silva, D.S.V., 2010. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. *Ciênc. Rural*, 40, 1791-1796.
- Paulus, D., Valmorbida, R., Toffoli, E., Nava, G.A., 2013. Teor e composição química de óleo essencial de cidrô em função da sazonalidade e horário de colheita. *Hortic. Bras*. 31, 203-209.
- Pinheiro, C.G., Machado, C.M., Amaral, L.P., Silva, D.T.C., Almeida, A.A., Longhi, S.J.C., Mallmann, A., Heinzmann, B.M., 2016. Seasonal variability of the essential oil of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling. *Braz. J. Biol*. 76, 176-184.
- Prajapati, P., Singh, A., Jadhav, P.B., 2016. Value addition in floriculture through essential oils. *Int. J. Manag. Rev*. 3, 2795-2799.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P., 2010. Antimicrobial activity of basil (*Ocimum basilicum*) oil against *Salmonella Enteritidis* in vitro and in food. *Biosci. Biotechnol. Biochem*. 74, 1200-1204.
- Selmar, D., Kleinwächter, M., 2013. Stress enhances the synthesis of secondary plant products: The impact of the stress-related over-reduction on the accumulation of natural products. *Plant Cell Physiol*. 54, 817-826.
- Schwerz, L., Caron, B.O., Manfron, P.A., Schmidt, D.; Elli, E.F., 2015. Biomassa e teor de óleo essencial em *Aloysia triphylla* (l'hérit) Britton submetida a diferentes níveis de reposição hídrica e à variação sazonal das condições ambientais. *Rev. Bras. Plantas Med*. 17, 631-641.
- Silva, F., Santos, R.H.S., Andrade, N.J., Barbosa, L.C.A., Casali, V.W.D., Lima, R.R., Passarinho, R.V.M., 2005. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. *Pesq. Agropec. Bras*. 40, 323-328.
- Singh, S., Singh, M., Singh, A. K., Kalra, A., Yadav, A., Patra, D., 2010. Enhancing productivity of indian basil (*Ocimum basilicum* L.) through harvest management under rainfed conditions of Subtropical North Indian Plains. *Ind. Crops Prod*. 32, 601-606.
- Smitha G.R., Tripathy, V., 2016. Seasonal variation in the essential oils extracted from leaves and inflorescence of different *Ocimum* species grown in Western plains of India. *Ind. Crops Prod*. 94, 52–64.

- Srivastava, S., Cahill, D.M., Conlan, X.A., Adholeya, A., 2014. A novel in vitro whole plant system for analysis of polyphenolics and their antioxidant potential in cultivars of *Ocimum basilicum*. J. Agric. Food Chem. 62, 10064–10075.
- Van Den Dool, H., Kratz, P.D., 1963. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. J. Chromatogr. A. 11, 463-471.
- Vencovsky, R., Barriga, P., 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento, Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, Brazil.
- Vieira, P.R.N., Moraisa, S.M., Bezerra, F.H.Q., Ferreira, P.A.T., Oliveira, I.R., Silva, M.G.V., 2014. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Ocimum* species. Ind. Crops Prod. 55, 257-271.

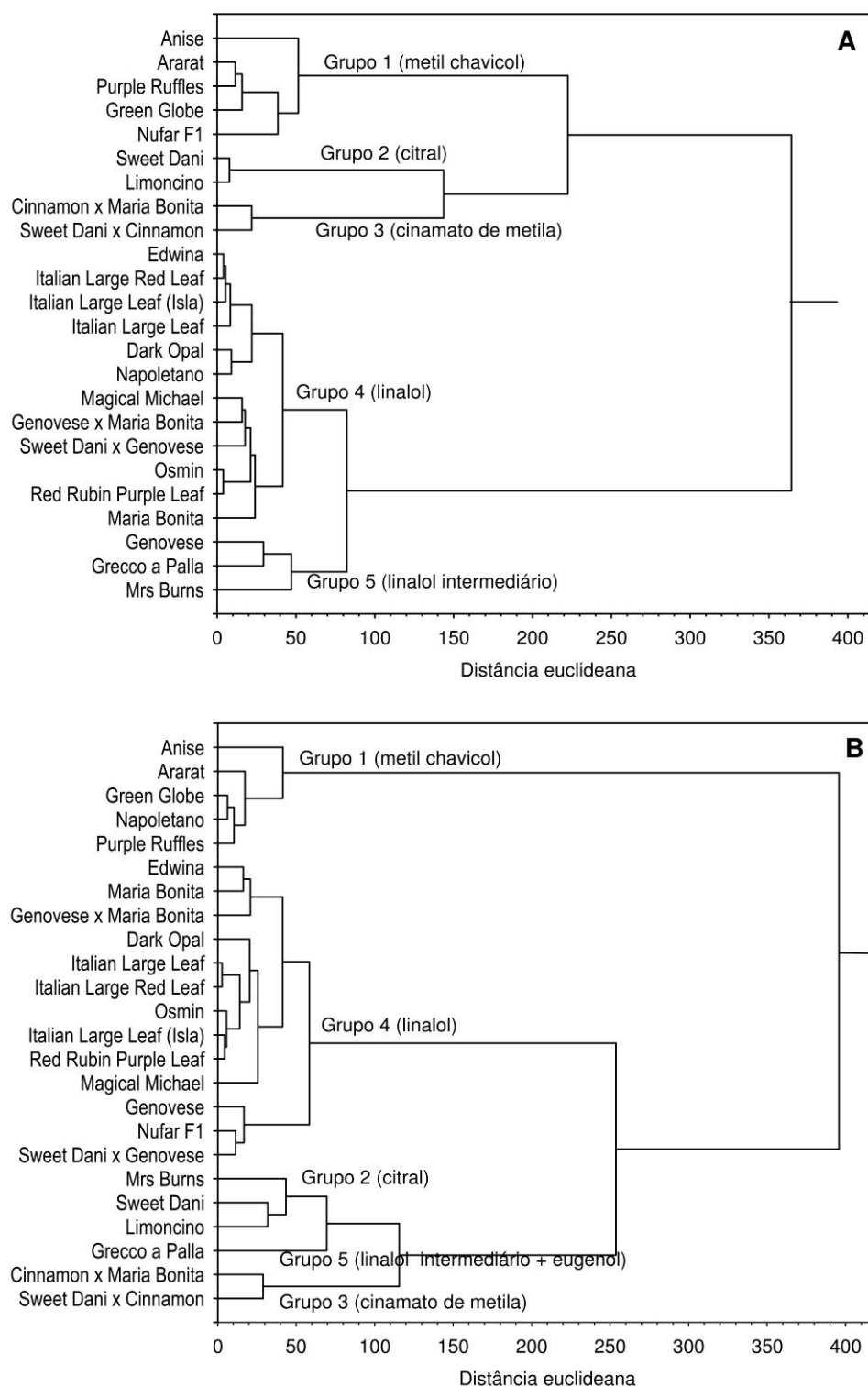


Fig. 1 - Dendrograma bidimensional representando a similaridade entre 24 genótipos de manjerição para a composição química do óleo essencial na época seca (A) e chuvosa (B).

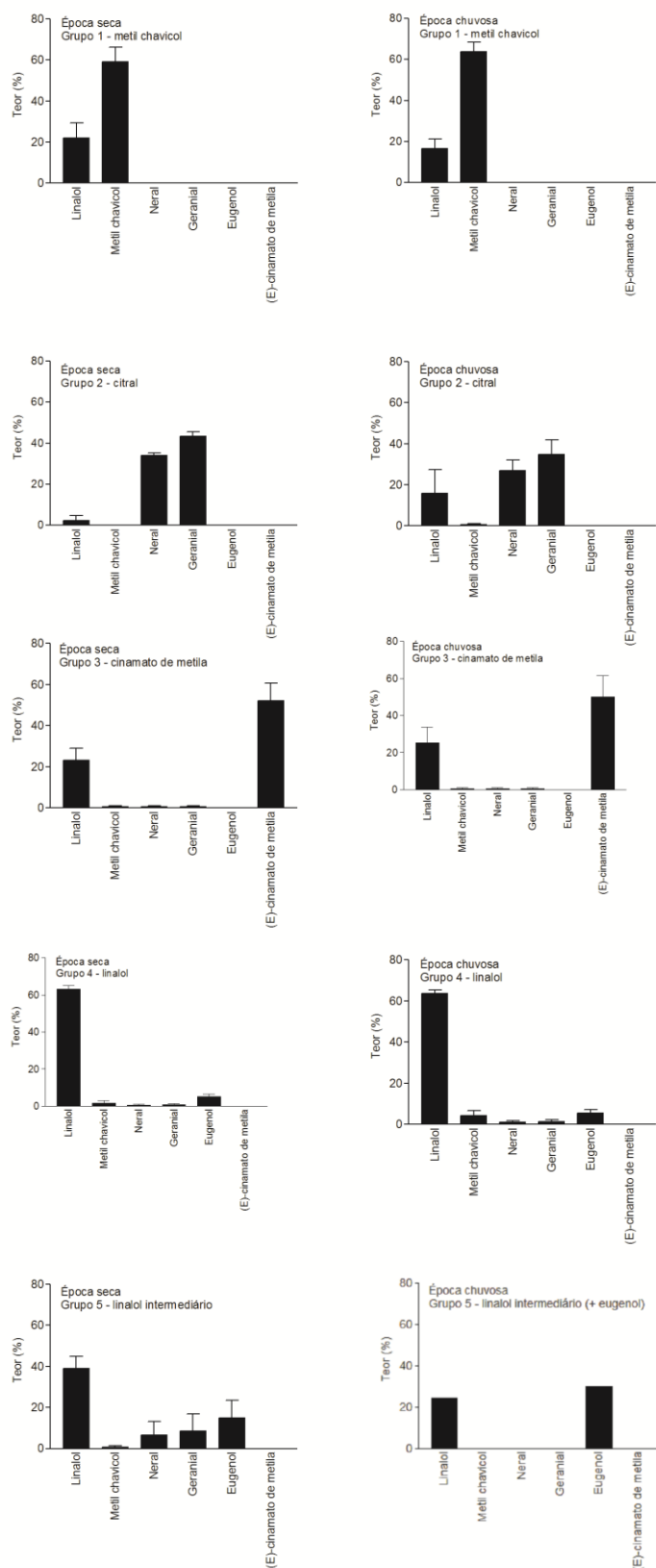


Fig. 2 - Média dos principais compostos químicos do óleo essencial de 24 genótipos de manjeriço, cultivados nas épocas seca e chuvosa.

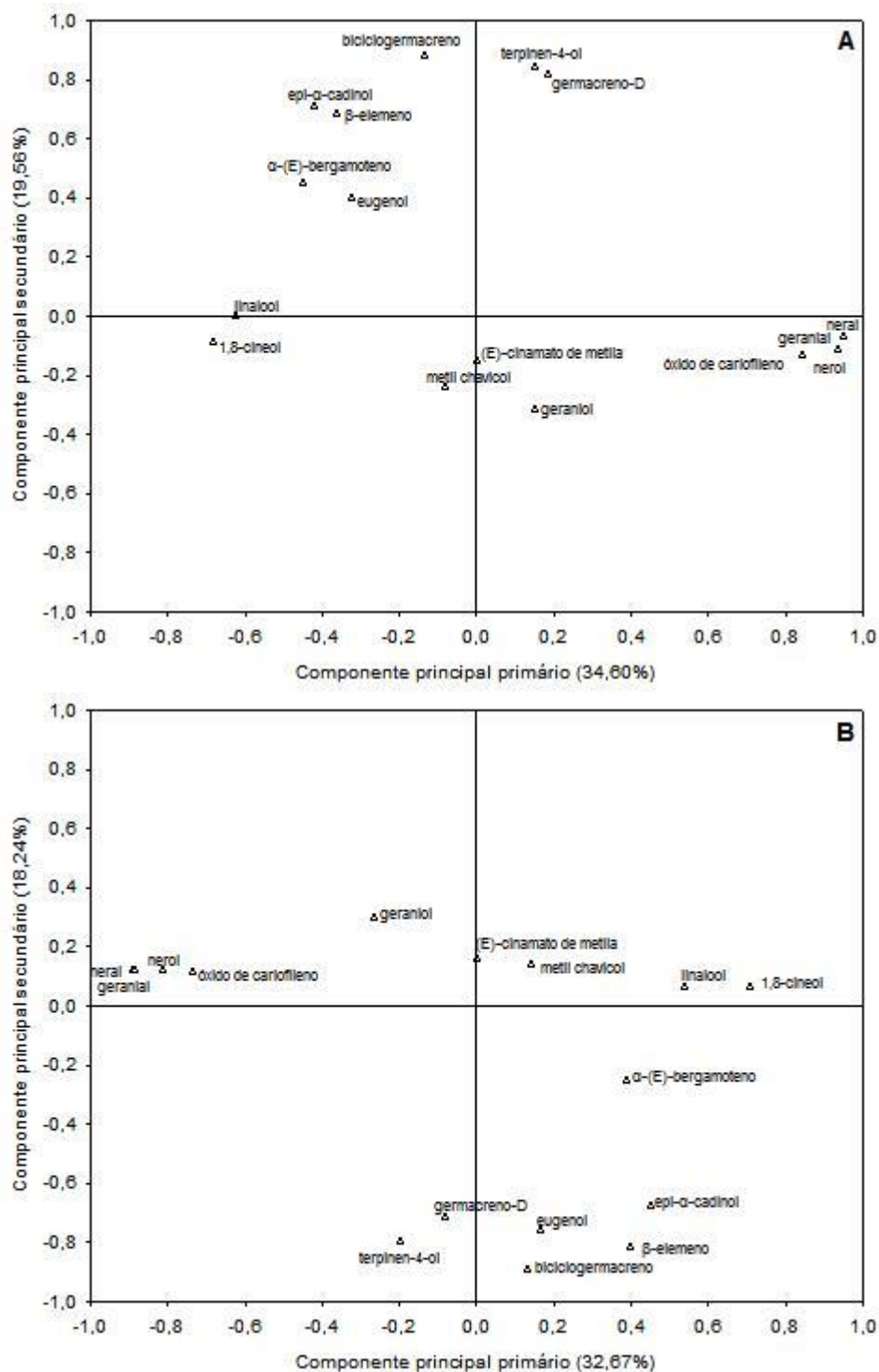


Fig. 3 - Distribuição dos compostos químicos do óleo essencial de plantas de manjerição em relação aos dois componentes principais através da análise de componente principal (ACP).

Tabela 1

Identificação dos genótipos de manjerição cultivados nas épocas de plantio seca e chuvosa no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil.

Genótipo	Origem
Anise	Richters
Ararat	Richters
Edwina	Richters
Dark Opal	Richters
Genovese	Richters
Green Globe	Richters
Italian Large Leaf	Richters
Magical Michael	Richters
Mrs. Burns	Richters
Napoletano	Richters
Nufar F1	Richters
Osmin	Richters
Purple Ruffles	Richters
Sweet Dani	Richters
Grecco a Palla	ISLA(nº 479)
Italian Large Leaf (ISLA)	ISLA(nº 488)
Italian Large Red Leaf	ISLA(nº 489)
Red Rubin Purple Leaf	ISLA(nº 491)
Limoncino	ISLA(nº 499)
Maria Bonita	UFS (derivada de acesso PI 197442)
Híbrido Cinnamon x Maria Bonita	UFS (programa de melhoramento)
Híbrido Genovese x Maria Bonita	UFS (programa de melhoramento)
Híbrido Sweet Dani x Cinnamon	UFS (programa de melhoramento)
Híbrido Sweet Dani x Genovese	UFS (programa de melhoramento)

Tabela 2

Teores (%) de óleo essencial e dos principais constituintes químicos de 24 genótipos de manjeriço, sendo 20 cultivares e 4 híbridos, cultivados nas épocas de plantio seca, no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil.

Genótipo	Compostos																Óleo Essential (%)
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	
	IRRo	1015	1080	1161	1183	1209	1224	1234	1253	1369	1374	1415	1467	1482	1573	1626	
	IRRI	1026	1096	1174	1195	1227	1235	1249	1264	1356	1376	1389	1432	1484	1500	1582	1638
Época seca																	
Anise	8,41	-	-	82,23	-	-	-	-	-	-	0,51	0,47	-	-	-	2,07	1,63dB
Ararat	2,69	27,90	-	54,51	-	-	-	-	-	-	1,29	0,87	-	0,21	1,4	2,20	0,86fA
Edwina	8,03	60,79	0,11	-	-	-	-	-	9,88	-	1,38	6,92	-	-	-	3,31	0,80fB
Dark Opal	15,42	53,96	0,16	-	-	-	-	-	6,58	-	1,61	8,82	-	0,47	-	2,15	0,68gA
Genovese	8,19	49,57	-	2,13	-	-	-	-	29,69	-	0,41	2,20	-	0,28	-	2,14	0,88fB
Green Globe	2,73	17,24	-	65,05	-	-	-	-	-	-	0,99	-	-	-	-	3,54	1,13eA
Italian Large Leaf	7,82	65,70	-	-	-	-	-	-	7,72	-	1,11	4,87	-	0,28	-	4,44	0,87fB
Magical Michael	-	65,20	-	-	-	-	-	-	9,06	-	4,01	1,68	-	-	-	8,38	1,20dB
Mrs Burns	0,79	38,52	4,62	-	1,21	19,89	0,27	25,43	-	-	-	2,68	0,87	-	0,46	-	2,73bB
Napoletano	11,1	50,10	1,48	6,05	-	-	-	-	4,86	-	1,74	7,51	-	0,26	-	4,43	0,86fB
Nufar F1	5,42	44,73	-	39,32	-	-	-	-	0	-	1,39	0,08	1,98	1,09	-	1,76	1,20eA
Osmín	7,10	68,46	-	-	-	-	-	-	1,38	-	2,70	8,99	-	0,52	-	2,82	0,58gA
Purple Ruffles	9,28	20,12	-	54,4	-	-	-	-	-	-	1,35	6,14	-	0,39	-	1,43	1,88cA
Sweet Dani	-	-	-	-	5,19	35,28	2,25	45,59	-	-	-	0,81	0,78	-	2,02	-	0,90fB
Grecco a Palla	3,08	28,98	8,14	-	-	-	-	-	14,94	-	4,68	8,54	3,10	2,25	-	9,43	1,10eA
Italian Large Leaf (Isla)	10,04	57,96	-	-	-	-	-	-	12,59	-	0,96	5,72	-	0,24	-	3,44	1,00eB
Italian Large Red Leaf	10,92	60,77	0,13	-	-	-	-	-	8,22	-	1,10	4,93	1,16	0,21	-	3,47	0,86fB
Red Rubin Purple Leaf	9,65	65,69	-	-	-	-	-	-	1,69	-	2,15	9,65	-	0,53	-	2,77	0,66gA
Limoncino	-	4,69	-	-	6,51	32,8	2,28	41,24	-	-	-	1,03	-	-	5,40	-	1,20eA
Maria Bonita	5,11	77,23	-	-	-	-	-	13,28	-	-	0,17	1,32	-	-	-	0,83	3,21aB
Cinnamon x Maria Bonita	2,02	29,04	-	-	-	-	-	-	-	43,37	3,71	1,68	-	-	1,08	3,78	2,00cA
Genovese x Maria Bonita	4,00	67,07	-	-	1,02	6,22	2,05	6,58	-	-	0,18	0,96	-	-	0,65	1,69	1,67dA
Sweet Dani x Cinnamon	5,56	17,04	-	1,03	0,85	1,09	1,75	0,95	-	60,71	0,98	1,02	-	-	-	0,71	2,00cB
Sweet Dani x Genovese	3,09	64,53	-	14,05	0,38	1,37	0,77	1,76	-	-	0,95	1,77	-	-	0,36	2,36	1,80cA
Época chuvosa																	
Anise	7,78	-	-	81,02	-	-	-	-	-	-	0,75	0,32	-	-	-	1,74	2,67bA
Ararat	3,15	15,67	-	67,69	-	-	-	-	-	-	2,00	1,01	-	0,38	-	2,82	1,00eA
Edwina	6,93	72,76	-	-	-	-	-	-	5,66	-	0,83	4,54	-	-	-	2,42	1,40dA
Dark Opal	17,97	54,64	0,12	-	-	-	-	-	-	-	1,73	10,98	-	0,29	-	2,56	0,80eA
Genovese	6,35	57,33	0,24	27,43	-	-	-	-	-	-	0,81	0,93	-	0,33	-	2,23	2,07cA
Green Globe	5,14	22,95	0,16	58,40	-	-	-	-	-	-	0,27	0,33	-	-	-	4,50	1,33dA
Italian Large Leaf	8,80	63,80	-	-	-	-	-	-	11,29	-	1,01	3,35	-	0,20	-	3,33	1,53dA
Magical Michael	0,65	63,78	-	-	-	-	-	-	20,13	-	1,94	0,99	-	0,19	-	4,30	2,07cA
Mrs Burns	0,62	38,31	3,22	-	1,88	22,21	0,84	27,35	-	-	-	1,22	0,55	-	0,18	-	4,20aA
Napoletano	6,45	26,13	1,54	54,48	-	-	-	-	-	-	0,72	2,73	1,02	0,23	-	2,59	1,27dA
Nufar F1	6,51	66,25	-	11,86	-	-	-	-	-	-	1,79	-	2,34	1,07	-	3,90	1,40dA
Osmín	15,61	58,44	-	-	-	-	0,39	-	8,41	-	1,54	3,25	1,19	0,35	-	1,91	0,73eA
Purple Ruffles	10,54	18,37	-	57,46	0,23	-	-	-	-	-	1,03	4,77	0,67	0,31	-	0,92	1,87cA
Sweet Dani	-	0,36	-	1,40	4,00	37,03	0,58	49,07	-	-	-	0,41	0,78	-	0,86	-	1,80cA
Grecco a Palla	4,13	24,10	6,30	-	-	-	-	-	29,85	-	3,61	5,77	2,21	1,50	-	6,65	1,40dA
Italian Large Leaf (Isla)	12,33	61,15	-	-	-	-	-	-	7,54	-	0,92	3,87	-	-	-	3,71	1,40dA
Italian Large Red Leaf	10,49	64,31	-	-	-	-	-	-	12,57	-	0,70	2,30	0,79	-	-	2,34	1,53dA
Red Rubin Purple Leaf	13,80	60,95	-	-	-	-	-	-	5,76	-	1,30	7,27	-	0,35	-	2,04	0,80eA
Limoncino	-	8,54	-	-	17,74	21,68	5,53	27,59	-	-	-	1,77	-	-	7,44	-	1,07eA
Maria Bonita	4,76	78,10	-	-	-	-	-	13,62	-	-	0,15	0,95	-	-	-	0,65	3,93aA
Cinnamon x Maria Bonita	2,37	33,73	-	-	-	-	-	-	-	38,76	0,63	1,89	0,66	-	1,28	4,45	2,07cA
Genovese x Maria Bonita	5,02	67,65	-	-	0,59	9,16	0,35	11,45	-	-	0,25	1,17	-	-	0,16	0,91	1,87cA
Sweet Dani x Cinnamon	5,40	16,90	-	0,99	0,85	1,09	1,75	0,95	-	61,54	0,98	1,05	-	-	-	0,71	2,40bA
Sweet Dani x Genovese	6,16	58,72	-	16,62	-	4,07	-	4,98	-	-	0,66	1,64	1,25	-	0,09	1,48	1,80cA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, e maiúsculas entre as épocas de plantio, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Compostos: C1: 1,8-cineol; C2: linalol; C3: terpinen-4-ol; C4: metil chavicol; C5: nerol; C6: neral; C7: geraniol; C8: gerania; C9: eugenol; C10: (E)-cinamato de metila; C11: β -elemeno; C12: α -(E)-bergamoteno; C13: germacreno-D; C14: biciclogermacreno; C15: óxido de cariofileno; C16: epi- α -cadinol. IRRo: Relative Retention Index - observed; IRRI: Relative Retention Index- literature (Adams, 2007).

Tabela 3

Coeficientes de correlação dos compostos químicos dos óleos essenciais de genótipos de manjeriço cultivados em duas épocas em São Cristóvão, estado de Sergipe, Brazil.

Compostos	Compostos															
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Época seca																
C1		0,35	-0,20	0,00	-0,49	-0,53	-0,17	-0,53	0,30	-0,13	-0,03	0,63	-0,17	0,12	-0,51	0,01
C2			-0,12	-0,50	-0,52	-0,49	0,19	-0,49	0,26	-0,27	0,16	0,40	-0,14	0,02	-0,48	0,26
C3				-0,17	-0,05	0,08	-0,11	0,08	0,22	-0,10	0,38	0,30	0,74	0,69	-0,09	0,44
C4					-0,20	-0,22	-0,18	-0,21	-0,32	-0,15	-0,15	-0,36	-0,06	-0,04	-0,10	-0,12
C5						0,95	0,16	0,95	-0,25	-0,02	-0,41	-0,31	0,00	-0,23	0,89	-0,45
C6							0,13	1,00	-0,26	-0,10	-0,44	-0,30	0,07	-0,23	0,79	-0,48
C7								0,13	-0,22	0,01	-0,33	-0,27	-0,11	-0,20	0,11	-0,32
C8									-0,25	-0,11	-0,44	-0,30	0,08	-0,23	0,78	-0,47
C9										-0,19	0,19	0,29	0,16	0,31	-0,26	0,44
C10											0,17	-0,22	-0,13	-0,17	-0,01	-0,11
C11												0,44	0,34	0,56	-0,28	0,83
C12													0,11	0,46	-0,33	0,36
C13														0,81	-0,08	0,36
C14															-0,22	0,53
C15																-0,37
Época chuvosa																
C1		0,38	-0,22	-0,02	-0,39	-0,52	-0,22	-0,52	0,04	-0,15	0,25	0,69	-0,03	0,09	-0,37	0,09
C2			-0,20	-0,53	-0,39	-0,40	0,14	-0,41	0,20	-0,24	0,06	0,20	-0,02	0,01	-0,35	0,15
C3				-0,09	-0,05	0,08	-0,09	0,07	0,55	-0,10	0,48	0,19	0,51	0,62	-0,08	0,37
C4					-0,17	-0,24	-0,20	-0,24	-0,34	-0,17	-0,01	-0,25	-0,08	-0,02	-0,17	0,04
C5						0,60	0,32	0,60	-0,17	-0,04	-0,34	-0,13	-0,13	-0,18	0,97	-0,41
C6							0,12	1,00	-0,24	-0,10	-0,49	-0,26	0,00	-0,26	0,48	-0,57
C7								0,11	-0,18	0,01	-0,33	-0,19	-0,20	-0,20	0,31	-0,38
C8									-0,24	-0,11	-0,48	-0,26	0,01	-0,25	0,47	-0,56
C9										-0,17	0,69	0,26	0,30	0,53	-0,16	0,63
C10											-0,05	-0,14	-0,10	-0,18	0,02	-0,03
C11												0,42	0,45	0,84	-0,31	0,70
C12													-0,03	0,26	-0,11	0,19
C13														0,71	-0,12	0,34
C14															-0,17	0,59
C15																-0,30

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, e maiúsculas entre as épocas de plantio, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Compostos: C1: 1,8-cineol; C2: linalol; C3: terpinen-4-ol; C4: metil chavicol; C5: nerol; C6: neral; C7: geraniol; C8: geranial; C9: eugenol; C10: (E)-cinamato de metila; C11: β -elemeno; C12: α -(E)-bergamoteno; C13: germacreno-D; C14: biciclogermacreno; C15: óxido de cariofileno; C16: epi- α -cadinol. IRRo: Relative Retention Index - observed; IRRl: Relative Retention Index- literature (Adams, 2007).

Tabela 4

Resumo da análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para os principais compostos químicos e teor do óleo essencial de cultivares e híbridos de manjeriço, cultivados em duas épocas de plantio.

FV	GL	QM						
		linalol	metil chavicol	neral	geranial	eugenol	(E)-cinamato de metila	Óleo essencial
Blocos/Épocas	4	0,10	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,17
Genótipos (G)	23	3442,44*	3733,62*	567,75*	939,14*	234,72*	1301,06*	3,26*
Épocas (E)	1	0,35*	214,55*	0,12*	0,01*	1,82*	0,89*	4,94*
G x E	23	109,16*	250,06*	9,65*	15,40*	93,45*	1,39*	0,31*
Erro	92	0,07	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06
CV (%)		0,64	0,72	1,16	2,24	3,73	4,19	15,65
Parâmetros genéticos								
Variância genética		555,54	580,59	93,01	153,95	23,54	216,61	0,49
Variância residual		0,07	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05
h ² % (média)		96,82	93,30	98,29	98,35	60,18	99,89	90,53
CV _g (%)		54,70	166,14	241,24	245,13	112,07	345,65	46,36
CV _e (%)		0,64	0,72	1,17	2,24	3,73	4,19	15,66
Razão CV _g / CV _e		85,46	230,75	206,20	109,43	30,04	82,49	2,96

*Significativo a 5% pelo teste F

h²: herdabilidade média; CV_g: coeficiente de variação genética; CV_e: coeficiente de variação ambiental

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A época de plantio tem influência na produção de biomassa, teor e composição de óleo essencial de manjerição. A caracterização da diversidade química mostra uma grande variedade de compostos encontrados nos óleos essenciais, que poderão auxiliar em programas de melhoramento com o intuito de desenvolver novas cultivares com novos aromas e fragrâncias, além de estudos envolvendo potenciais atividades farmacológicas, medicinais e biológicas.