



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**ÉPOCA DE CULTIVO AFETA O CRESCIMENTO E
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CULTIVARES DE
MANJERICÃO**

Londrina
2020

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**ÉPOCA DE CULTIVO AFETA O CRESCIMENTO E
RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CULTIVARES DE
MANJERICÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pinto de Souza.

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Yokota, Luiz Henrique Tutida.

Época de cultivo afeta o crescimento e rendimento de óleo essencial de cultivares de manjerição / Luiz Henrique Tutida Yokota. – Londrina, 2020.
70 f. : il.

Orientador: José Roberto Pinto de Souza.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Manjerição – Tese. 2. Análise de crescimento – Tese. 3. Óleo essencial – Tese. 4. Linalol – Tese. I. Souza, José Roberto Pinto de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**ÉPOCA DE CULTIVO AFETA O CRESCIMENTO E
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CULTIVARES DE
MANJERICÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pinto de
Souza
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. João Carlos Athanázio
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Vagner do Nascimento
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP/FCAT

Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal
Universidade Estadual do Centro-Oeste –
UNICENTRO

Prof. Dr. Thiago Ometto Zorzenoni
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 27 de março de 2020.

A Deus.

Aos meus pais.

Ao meu avô Luiz Tutida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais: Iraci Tutida e Oswaldo Yokota agradeço por todo apoio, dedicação, esforço e incentivo em todas as etapas da minha vida.

À Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso.

Agradeço ao professor Dr. José Roberto Pinto de Souza pela orientação, pelos seus ensinamentos, conselhos, correções, amizade, confiança, incentivo e paciência.

À comissão examinadora: Prof. Dr. João Carlos Athanázio, Prof. Dr. Vagner do Nascimento, Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal e Prof. Dr. Thiago Ometto Zorzenoni, agradeço pela participação na avaliação na tese de doutorado.

Aos meus familiares: Carlos Tutida e Guilherme Tutida agradeço pela colaboração durante a condução dos experimentos.

Aos amigos: Adrian Carlos, André Luis da Silva, Emerson Hoshino, Jean Carlo Oliveira, Leticia Danielle da Silva, Lucas Vidal, Luis Fellipe Fregonesi, Silvia Muramoto Hoshino e Tiago Adalberto Rossetto agradeço pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho, companheirismo e amizade.

À Universidade Federal de Sergipe e ao Professor Dr. Arie Fitzgerald Blank, pelo fornecimento das sementes da cultivar Maria Bonita para a realização deste trabalho.

Ao Laboratório Multiusuário de Análise de Materiais e Moléculas (LAMM-UEL/FINEP) e a Técnica do Laboratório Cristina Aparecida Lopes, pela oportunidade de realizar as análises de cromatografia.

Ao Laboratório de Análise de Alimentos pela disponibilização de equipamentos durante a condução dos trabalhos.

Aos estagiários Giulia Andressa, Laura Maria, Stefani Muniz e Wallace Henrique que cooperaram para a realização deste estudo, agradeço.

Aos funcionários: Davi Cesar Tramontina, Idael Jerônimo da Silva e José Vicentini Neto agradeço pelos serviços prestados e apoio demonstrados.

Ao Engenheiro Agrônomo Leonel Vinicius Constantino, por sua ajuda nas análises de cromatografia.

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

YOKOTA, Luiz Henrique Tutida. **Época de cultivo afeta o crescimento e rendimento de óleo essencial de cultivares de manjeriço.** 2020. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2020.

RESUMO

O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares cresce a cada ano. Muitas espécies cultivadas no Paraná são da família Lamiaceae. Espécies dessa família são capazes de produzir óleos essenciais em seus tricomas glandulares. Com o risco de extinção da *Aniba rosaeodora*, o manjeriço passou a ser alternativa para a obtenção do linalol. A área de cultivo do *Ocimum basilicum* L. para o fornecimento dessa matéria prima aumentou no Brasil, porém existem pouquíssimos trabalhos na literatura sobre as cultivares de manjeriço e a qualidade do óleo essencial. É necessário avaliar também o crescimento sob diferentes condições climáticas da região de plantio. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, o rendimento e qualidade produzida do óleo essencial de cultivares de manjeriço em distintas épocas de cultivo em Londrina, norte do Paraná. O estudo foi conduzido na Universidade Estadual de Londrina. Avaliou-se o desenvolvimento de 17 cultivares (Alfavaca Verde, Basilicão, Folha Fina, Fragranza, Gennaro de Menta, Genovese, Grecco a Palla, Limoncello, Limoncino, Manjeriço, Minette Anão, Roxo, Roxo Dark Opal, Sabory, Toscano Folha Alface, Verde Fino Francês e Vermelho Rubi) em duas épocas (outono/inverno e primavera/verão). As variáveis avaliadas foram a altura da planta, massa seca de folhas e massa seca da parte aérea. Em seguida, avaliou-se o crescimento, o rendimento e a quantificação do linalol de óleos essenciais das cultivares Basilicão e Maria Bonita em duas épocas (outono/inverno e primavera/verão). A extração do óleo essencial foi realizada pelo método de arraste a vapor d'água. A análise do linalol ocorreu em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas. Os índices fisiológicos avaliados foram: razão de área foliar, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo. Os valores de massa seca de folha variaram de 1,26 g planta⁻¹ (Outono/Inverno) a 16,83 g planta⁻¹ (Primavera/Verão). As cultivares de *Ocimum basilicum* L. Basilicão e Maria Bonita apresentaram maior desenvolvimento vegetal durante a época de cultivo Primavera/Verão em Londrina-PR. A cultivar Maria Bonita exibiu maior rendimento e concentração de linalol nos óleos essenciais produzidos na Primavera/Verão em Londrina-PR.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L.; biomassa; índice fisiológico; sazonalidade.

YOKOTA, Luiz Henrique Tutida. **Cultivation season affects the growth and yield of essential oil of basil cultivars.** 2020. 70 f. Thesis (Doctoral in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2020.

ABSTRACT

The cultivation of medicinal, aromatic and condiment plants grows every year. Many species grown in Paraná are from the Lamiaceae family. Species of this family are capable of producing essential oils in their glandular trichomes. With the risk of extinction of *Aniba rosaeodora*, basil became an alternative for obtaining linalool. The cultivation area of *Ocimum basilicum* L. for the supply of this raw material has increased in Brazil, however there are very few studies in the literature on basil cultivars and the quality of essential oil. It is also necessary to evaluate growth under different climatic conditions in the planting region. Thus, the objective of this work was to evaluate the growth, yield and quality produced of the essential oil of basil cultivars in different growing seasons in Londrina, northern Paraná. The development of 17 cultivars was evaluated (Alfavaca Verde, Basilicão, Folha Fina, Fragranza, Gennaro de Menta, Genovese, Grecco a Palla, Limoncello, Limoncino, Basil, Minette Anão, Roxo, Roxo Dark Opal, Sabory, Toscano Folha de Alface, Verde Fino Francês and Vermelho Rubi) in two seasons (autumn / winter and spring / summer). The variables evaluated were plant height, dry leaf weight and dry mass of the aerial part. Then, the growth, yield and quantification of linalool of essential oils of the cultivars Basilicão and Maria Bonita were evaluated in two seasons (autumn / winter and spring / summer). The extraction of essential oil was carried out by the method of steam dragging water. The analysis of linalool occurred in a gas chromatograph coupled to a mass spectrometer. The physiological indexes evaluated were: leaf area ratio, liquid assimilation rate and relative growth rate. Leaf dry matter values ranged from 1.26 g plant⁻¹ (autumn / winter) to 16.83 g plant⁻¹ (spring / summer). The cultivars of *Ocimum basilicum* L. Basilicão and Maria Bonita showed greater plant development during the spring / summer growing season in Londrina-PR. The cultivar Maria Bonita showed higher yield and concentration of linalool in essential oils produced in Spring / Summer in Londrina-PR.

Key words: *Ocimum basilicum* L.; biomass; physiological index; seasonality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Imagem falsa-cor ao microscópio eletrônico de varredura de tricomas glandulares em uma flor de <i>Salvia sclarea</i> (Lamiaceae). Londrina, 2020.	18
Figura 2.2 - Fórmula estrutural do linalol. Londrina, 2020.	21
Figura 3.1 - Produção de mudas de manjeriço e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2020.	31
Figura 3.2 - Valores registrados de temperaturas máxima, mínima e precipitação pluvial no município de Londrina-PR, durante os períodos de cultivo no Outono/Inverno – 2017 e Primavera/Verão – 2017/2018. Londrina, 2020.....	32
Figura 4.1 - Produção de mudas de manjeriço e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2020.	41
Figura 4.2 - Valores registrados de temperaturas máxima, mínima e precipitação pluvial no município de Londrina-PR, durante os períodos de cultivo no Outono/Inverno – 2019 e Primavera/Verão – 2019. Londrina, 2020.....	42
Figura 4.3 - Cronograma de colheitas das plantas de manjeriço cultivadas no Outono/Inverno – 2019 e Primavera/Verão – 2019. Londrina, 2020.	43
Figura 4.4 - Aparelho Mini Destilador D1 LINAX®. Londrina, 2020.....	45
Figura 4.5 - Cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (QP2010 SE) SHIMADZU®. Londrina, 2020.....	46
Figura 4.6 - Cromatogramas do padrão linalol (1%) (Vermelho) e de amostra do óleo essencial de manjeriço (Preto). Londrina, 2020.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Cultivares de manjerição utilizadas no experimento. Londrina, 2020.	30
Tabela 3.2 - Caracterização química do solo na camada de 0,00-0,20 m da área experimental para o cultivo de manjerição. Londrina, 2020.	31
Tabela 3.3 - Valores médios de altura de planta (cm planta ⁻¹) das cultivares de manjerição alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2017 (OUT/INV) e Primavera/Verão – 2017/2018 (PRI/VER). Londrina, 2020.	34
Tabela 3.4 - Valores médios de massa seca de folhas (g planta ⁻¹) e massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹) das cultivares de manjerição alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2017 (OUT/INV) e Primavera/Verão – 2017/2018 (PRI/VER). Londrina, 2020.	35
Tabela 4.1 - Cultivares de manjerição utilizadas no experimento. Londrina, 2020.	40
Tabela 4.2 - Caracterização química do solo na camada de 0,00-0,20 m da área experimental para o cultivo de manjerição. Londrina, 2020.	41
Tabela 4.3 - Análise de variância para a variável massa seca da parte aérea em função das cultivares de manjerição e épocas de cultivo. Londrina, 2020.	47
Tabela 4.4 - Valores médios de massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹) das cultivares de manjerição (Basilicão e Maria Bonita) alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	48
Tabela 4.5 - Análise de variância para a variável massa seca de folhas em função das cultivares de manjerição e épocas de cultivo. Londrina, 2020.	49
Tabela 4.6 - Valores médios de massa seca de folhas (g planta ⁻¹) das cultivares de manjerição (Basilicão e Maria Bonita) alcançadas	

	nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	50
Tabela 4.7	- Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) das cultivares de manjerição (Basilcão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	51
Tabela 4.8	- Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) das cultivares de manjerição (Basilcão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	52
Tabela 4.9	- Taxa de assimilação líquida ($\text{g dm}^2 \text{dia}^{-1}$) das cultivares de manjerição (Basilcão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	52
Tabela 4.10	- Valores médios de rendimento de óleo essencial (L ha^{-1}) e concentração de linalol (%) das cultivares de manjerição (Basilcão e Maria Bonita) cultivadas na Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Altura da planta
AF	Área foliar
C ₅	Unidade pentacarbonada
CTC	Capacidade de troca de cátions
DAT	Dias após o transplântio
DMAPP	Dimetilalil difosfato
GPP	Geranyl difosfato
IPP	Isopentenil difosfato
ISO	International Standard Organization
LAMM	Laboratório de Análise de Materiais e Moléculas
MEP	Metileritritol fosfato
MSF	Massa seca de folhas
MSPA	Massa seca da parte aérea
pH	Potencial hidrogeniônico
RAF	Razão de área foliar
ROE	Rendimento de óleo essencial
TAL	Taxa de assimilação líquida
TCR	Taxa de crescimento relativo
UEL	Universidade Estadual de Londrina
V	Saturação de bases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	A FAMÍLIA LAMIACEAE	15
2.2	O GÊNERO <i>OCIMUM</i>	15
2.3	MANJERICÃO (<i>OCIMUM BASILICUM</i> L.).....	16
2.4	ÓLEOS ESSENCIAIS.....	17
2.4.1	Óleo Essencial de Manjeriçã.....	20
2.4.2	Importância Econômica dos Óleos Essenciais.....	22
2.4.3	Fatores que Interferem na Produção de Óleos Essenciais	23
2.5	ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	25
3	ARTIGO A – INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO SAZONAL NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM CULTIVARES DE MANJERICÃO	27
3.1	RESUMO	27
3.2	ABSTRACT.....	28
3.3	INTRODUÇÃO	29
3.4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.6	CONCLUSÕES.....	36
4	ARTIGO B – INTERFERÊNCIA DE ÉPOCAS DE CULTIVO NO CRESCIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO	37
4.1	RESUMO	37
4.2	ABSTRACT.....	38
4.3	INTRODUÇÃO	39
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.4.1	Análise de Crescimento	43
4.4.2	Óleo Essencial	44
4.4.3	Análise Estatística.....	46

4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.5.1	Análise de Crescimento	47
4.5.2	Óleo Essencial	53
4.6	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES	67

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, é significativa a participação das pequenas propriedades no cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. No estado do Paraná, maior produtor nacional, estima-se que 1800 produtores em uma área de 6000 hectares cultivem essas plantas (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014).

Muitas espécies medicinais, aromáticas e condimentares, cultivadas no Paraná, são da família Lamiaceae. Essas espécies apresentam grande importância por produzirem óleo essencial em seus tricomas glandulares (SIMÕES; SPITZER, 2007).

Os óleos essenciais são metabólitos secundários, voláteis, de consistência semelhante ao óleo e gerados durante o desenvolvimento da planta. Um componente químico muito valorizado e presente nos óleos essenciais é o linalol, utilizado nas indústrias de alimentos como aromatizante e na de perfumes como fixador de fragrâncias (ERENO, 2006).

Por muitos anos a principal fonte natural do linalol foi o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), árvore nativa da Amazônia. Com o risco eminente de extinção dessa espécie, o manjericão (*Ocimum basilicum* L.) passou a ser uma alternativa para a obtenção do linalol.

A área de cultivo do manjericão para fornecimento de matéria – prima para as indústrias alimentícias, farmacêuticas e de perfumes vem se expandindo no Brasil (REIS; MIRANDA; BOITEUX, 2007), no entanto existem pouquíssimos trabalhos na literatura sobre as cultivares de manjericão e a sua qualidade do óleo essencial. Atualmente existem 43 cultivares de *Ocimum basilicum* L. no Registro Nacional de Cultivares (BRASIL, 2020).

Nesse contexto, torna-se oportuno conhecer também o desempenho de cada espécie sob diferentes condições climáticas da região de plantio antes de começarmos o cultivo em escala comercial (BLANK et al., 2005b). Logo, a análise de crescimento é uma ferramenta que pode ser utilizada para ajudar os produtores rurais. Esse é o método mais acessível e preciso para avaliar o crescimento e as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo (BENINCASA, 2003; BARBIERI et al., 2011).

Com esse propósito, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, o rendimento e qualidade produzida do óleo essencial de cultivares de manjeriço em distintas épocas de cultivo em Londrina, norte do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FAMÍLIA LAMIACEAE

Pertencente à subclasse Asteridae e a ordem Lamiales (CRONQUIST, 1981), a família Lamiaceae apresenta cerca de 300 gêneros e aproximadamente 7500 espécies distribuídas em todo o planeta. No Brasil, ocorrem 28 gêneros e cerca de 350 espécies (SOUZA; LORENZI, 2008).

A família Lamiaceae destaca-se por apresentar espécies amplamente utilizadas como medicinais, aromáticas, condimentares e ornamentais, tais como, *Lavandula angustifolia* Mill. (alfazema), *Mentha sp* (hortelã), *Origanum vulgare* L. (orégano), *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), *Salvia officinalis* L. (sálvia), *Thymus vulgaris* L. (tomilho), e *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) (JUDD et al., 2009).

As plantas da família Lamiaceae comumente são herbáceas ou arbustivas. Suas folhas são opostas e simples. Apresentam flores vistosas, hermafroditas, diclamídeas, bilabiadas, fortemente zigomorfas e pentâmeras; androceu formado por dois ou quatro estames; ovário súpero bicarpelar, bilocular, com dois óvulos por lóculo. Os frutos são geralmente do tipo baga (JOLY, 1998; SOUZA; LORENZI, 2008).

Segundo Fahn (1979), as espécies da família Lamiaceae apresentam grande importância econômica por produzirem óleo essencial em seus tricomas glandulares. Tricomas são apêndices epidérmicos que ocorrem em vários órgãos vegetais e são responsáveis pela síntese e armazenamento dos compostos terpênicos (HAY; WATERMAN, 1993). Werker et al. (1993) verificaram a presença de tricomas glandulares do tipo peltado e capitado em folhas de *Ocimum basilicum* L..

2.2 O GÊNERO *OCIMUM*

O gênero *Ocimum* abrange cerca de 64 espécies (PATON; HARLEY; HARLEY, 1999) que são normalmente encontradas em regiões tropicais e subtropicais. Várias espécies são empregadas na culinária e no controle de insetos. Na medicina popular, as plantas do gênero *Ocimum* são utilizadas como analgésicos, estimulantes, eméticos (CORRÊA, 1984) e antitérmicos (VANDERLINDE; COSTA; D'ANGELO, 1994).

De acordo com Grayer et al. (1996), todas as espécies do gênero *Ocimum* são ricas em óleos essenciais. Essa matéria prima possui grande interesse comercial por parte das indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas pela utilização de seus compostos em substituição aos aromatizantes artificiais (NOLASCO, 1996; CHAVES, 2002).

2.3 MANJERICÃO (*OCIMUM BASILICUM* L.)

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) é conhecido por inúmeros nomes populares, dentre os quais se destacam manjericão-italiano, alfavaca, alfavacão, basilico, basilicão e remédio de vaqueiro (KHOSLA; SOBOTI, 1985). No Brasil, a espécie *O. basilicum* L. é comumente conhecida como alfavaca, manjericão ou basilicão. Na África, é demonimada como ioruba; na Argentina e Venezuela, albahaca; no Haiti, fonbazen e atiyayo. Os indianos a denominam de máli-tulshi; nas Filipinas é conhecida como balanoi. Ingleses e norte americanos chamam de sweet basil; na França, herbe royale e oranger de savonetier (JUCÁ, 2000). A espécie é um subarbusto aromático, ereto, muito ramificado, de folhas simples e flores brancas originário da Ásia tropical que foi introduzido no Brasil pela colônia italiana (LORENZI; MATOS, 2008).

Ocimum basilicum L. adapta-se bem a climas subtropicais e temperado quente e úmido (HAY; WATERMAN, 1993; CORRÊA JR.; MING; SCHEFFER, 1998). A planta não tem boa adaptação a regiões frias. Geadas severas podem provocar queima e a morte da planta (RIBEIRO; DINIZ, 2008). O manjericão apresenta alta taxa de fecundação cruzada (NATION; JANICK; SIMON, 1992; SKRUBIS; MARKAKIS, 1976).

Essa cultura não é tolerante ao estresse hídrico, por isso a irrigação regular e uniforme se torna essencial para obtenção de bons rendimentos, podendo ser conseguida com a utilização da irrigação por gotejamento ou aspersão (SIMON, 1995). Em regiões semi-áridas, o uso de cobertura com composto ou palha de gramíneas pode reduzir o consumo de água (PALADA et al., 1999).

O controle de plantas daninhas pode ser feito com alta densidade populacional, combinada com cultivo mecanizado e capinas manuais. O controle de plantas daninhas é de suma importância para se garantir a qualidade do produto final (SIMON, 1995).

Segundo Castro e Chemale (1995), o manjeriço é alvo especial do ataque de formigas cortadeiras. Doenças fúngicas ocasionais aparecem quando os espaçamentos são reduzidos devido ao excesso de sombreamento e umidade.

O manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores para a comercialização de suas folhas e são usadas frescas ou secas como aromatizante ou como condimento (MING, 1998; SILVA et al., 2012). Em 1988, os Estados Unidos da América importaram 1806 toneladas de manjeriço, o equivalente a 2,5 milhões de dólares em folhas secas e óleo essencial (SIMON, 1990). Já em 2000, as importações de manjeriço foram avaliadas em cerca de 5,6 milhões de dólares (USDA, 2008) e entre 2012 e 2013 o comércio mundial da espécie aumentou 25% (FAO, 2015).

O manjeriço também é muito utilizado para a obtenção de óleo essencial, sendo importante na indústria de perfumaria e na aromatização de alimentos e bebidas (BLANK et al., 2004; MAROTTI; PICCAGLIA; GIOVANELLI, 1996).

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

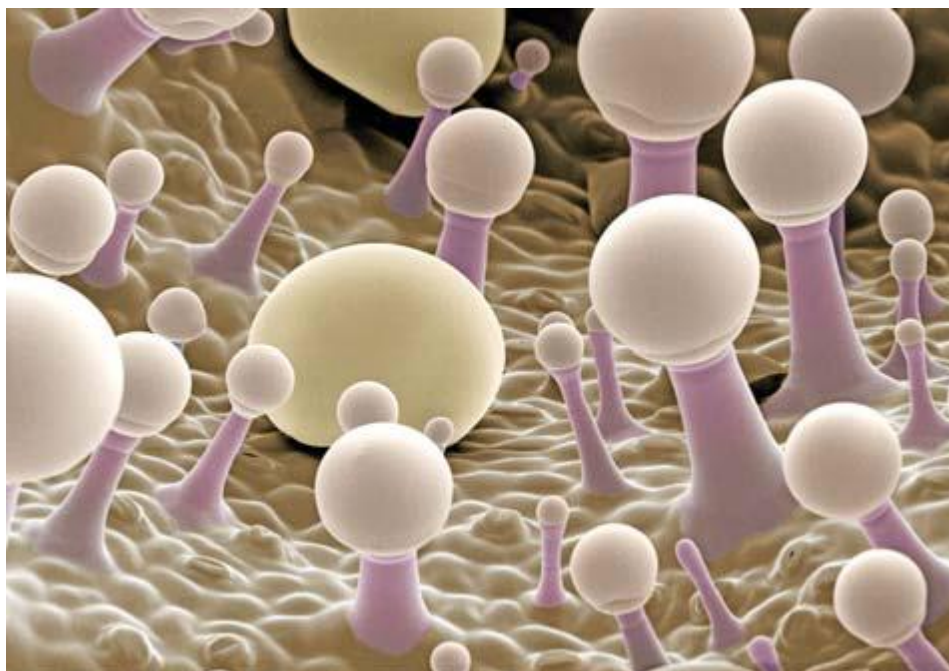
Durante muitos anos, os metabólitos secundários foram considerados produtos finais do metabolismo primário, sem função aparente. Através de estudos iniciados no início do século XX, descobriu-se que os produtos secundários têm importantes funções ecológicas nos vegetais, tais como atrair (odor, cor, sabor) animais polinizadores e proteger as plantas contra herbívoros. Entre os produtos naturais que apresentam reconhecidas propriedades repelentes estão os óleos essenciais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Óleos essenciais, também chamados de essências, óleos etéreos ou óleos voláteis, são misturas de substâncias químicas voláteis, líquidas e geralmente odoríferas, obtidas de matérias-primas vegetais. Seus constituintes são bastante variados: hidrocarbonetos terpênicos, álcoois terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, ácidos orgânicos, lactonas, até compostos com enxofre (SIMÕES; SPITZER, 2007).

Esses metabólitos comumente são encontrados em angiospermas dicotiledôneas de famílias como a Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae e Rutaceae e ocorrem em estruturas secretoras especializadas, como as bolsas

lisígenas e os tricomas glandulares (Figura 2.1). Os óleos essenciais podem ser obtidos de cascas de caules (canelas), flores (jasmim), folhas (eucalipto), frutos (limão), madeira (pau-rosa), raízes (vetiver) e de sementes (noz-moscada) (HEINZMANN; SPITZER; SIMÕES, 2017; MARQUES et al., 2013).

Figura 2.1 – Imagem falsa-cor ao microscópio eletrônico de varredura de tricomas glandulares em uma flor de *Salvia sclarea* (Lamiaceae). Londrina, 2020.



Fonte: TAIZ; ZEIGER, 2013.

Os fenilpropanóides e terpenos constituem, quimicamente, a grande maioria das substâncias encontradas em óleos essenciais, sendo que esses últimos preponderam. Os terpenóides derivam-se da união de unidades pentacarbonadas (C_5), ou isoprenos, e são classificados pelo número de unidades isoprênicas que possuem. Os compostos terpênicos mais comuns nos óleos voláteis são os monoterpenos (duas unidades C_5 e representam 90% dos óleos etéreos) e sesquiterpenos (três unidades C_5) (SIMÕES; SPITZER, 2007).

A biossíntese dos terpenos ocorre em duas rotas. Nas rotas do ácido mevalônico e do metileritritol fosfato (MEP) são sintetizados o isopentenil difosfato (IPP). O IPP e seu isômero, dimetilalil difosfato (DMAPP), consideradas as unidades pentacarbonadas ativadas na biossíntese dos terpenos, combinam-se e formam, uma molécula de 10 carbonos, o geranyl difosfato (GPP), precursor na formação dos

monoterpenos. A síntese dos monoterpenos ocorre na rota no MEP em cloroplastos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os métodos de extração dos óleos essenciais podem variar conforme a localização do metabólito na planta. A International Standard Organization (ISO) define que os óleos voláteis são obtidos de diferentes partes das plantas através da destilação por arraste a vapor d'água e por prensagem (expressão) dos frutos cítricos. O método de destilação por arraste a vapor d'água é amplamente utilizado em escala industrial e consiste em submeter o material vegetal à ação do vapor de maneira contínua. O óleo etéreo é, então, arrastado junto com o vapor d'água até chegar ao condensador, onde a mistura retorna ao estado líquido. A separação da essência e da água ocorre por diferença de densidade. Nesse processo, a matéria-prima não permanece em contato direto com a água fervente, resultando em óleos essenciais de melhor qualidade. O método de prensagem, empregado na extração de óleos voláteis de frutos cítricos, consiste em romper as bolsas oleíferas presentes nas cascas por meio de esmagamento. O óleo etéreo é removido do material vegetal prensado com jato d'água e separado desta emulsão formada por centrifugação (MARQUES et al., 2013).

A qualidade do óleo essencial é fator primordial para sua aceitação e comercialização. Para a caracterização dos óleos voláteis são recomendadas a utilização de métodos tradicionais como a cromatografia gasosa. A cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG/EM) é o método que permite a separação dos componentes e fornece o espectrômetro de massas de cada pico (HEINZMANN; SPITZER; SIMÕES, 2017).

Segundo Ereno (2006), o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), árvore nativa da Amazônia, por muitos anos tem sido a principal fonte natural do linalol. Com o risco eminente de extinção dessa espécie, o óleo essencial do manjericão passou a ser uma opção na obtenção do linalol.

2.4.1 Óleo Essencial de Manjeriçã

O óleo essencial de manjeriçã é muito valorizado no mercado internacional e amplamente utilizado nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e de perfumaria, além de apresentar propriedades fungicidas, inseticidas, nematicidas, repelentes como também pode ser utilizado na conservação de grãos (GUPTA, 1994; MONTES-BELMONT; CARVAJAL, 1998; UMERIE; ANASO; ANYASORO, 1998; FERNANDES et al., 2004).

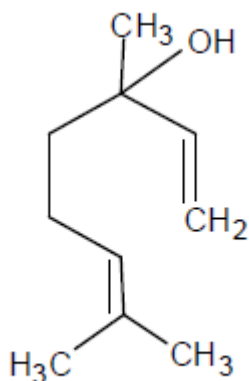
Segundo Waterman (1993), o óleo volátil de manjeriçã apresenta alta complexidade em sua constituição podendo apresentar mais de 100 compostos orgânicos. O óleo essencial do basilicão é amarelo-dourado (GIACOMETTI, 1989).

Ozek et al. (1995) ao cultivarem plantas de *Ocimum basilicum* L., verificaram que 90% da composição do óleo essencial era representada por seis constituintes, sendo que o 1,8-cineol, o linalol, e o metil-cinamato foram os principais. Já para Grayer et al. (1996), os principais componentes encontrados no óleo essencial de manjeriçã foram: eugenol, geranial, geraniol, linalol, metil-chavicol e metil-eugenol.

A espécie produz óleo essencial valorizado no mercado internacional com alta concentração de linalol, sendo utilizado nas indústrias de condimentos e cosméticos (CARVALHO FILHO et al., 2006).

O constituinte majoritário do óleo de manjeriçã é o linalol (Figura 2.2). O linalol é um monoterpene alcoólico de cadeia aberta que apresenta alto valor comercial sendo muito aplicado em atividades farmacológicas (ALCÂNTARA et al., 2010). Na medicina é utilizado com sucesso como sedativo e, atualmente, suas propriedades anticonvulsivas estão sendo analisadas. É testado também como bactericida e acaricida. Por apresentar muitas funcionalidades, a demanda por linalol deve aumentar, logo a sua produção necessita ser crescente (RANDÜNZ, 2004).

Figura 2.2 – Fórmula estrutural do linalol. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

Roque (1991) analisou a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* e encontrou como principais componentes o linalol (52,3-59,3%), eugenol (9,67-17,63%), metil-chavicol (2,20-4,02%), metil-cinamato (2,79-4,52%), 1,8-cineol (3,88-5,26%), γ -terpineno (2,07-2,80%) e terpineno-4-ol (1,90-2,43%).

Ao analisarem a variedade folha larga de manjeriço, Teixeira et al. (2000) obtiveram linalol (42,07%), trans-bergamoteno (14,04%), 1,8-cineol (7,92%), epi- α -cadinol (5,71%), γ -cadineno (3,52%), eugenol (2,84%), germacreno D (2,62%), trans- α -farneseno (1,93%) e metil-eugenol (0,65%) como principais constituintes no óleo essencial. Segundo Alves et al. (2015) o óleo etéreo do manjeriço é constituído, predominantemente, por monoterpenos oxigenados como o α -terpineol, eucaliptol, geraniol e linalol.

Apesar de que o teor de linalol possa oscilar, conforme visto anteriormente (entre 42 a 52%), alguns genótipos em estudo demonstraram que o linalol é responsável por 70% do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. (BLANK et al., 2004). A cultivar Maria Bonita foi desenvolvida no programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Sergipe. Apresenta crescimento ereto, com produtividade média de 20,97 g planta⁻¹ em massa seca de folhas + inflorescências e suas principais características são o alto teor e rendimento de óleo essencial além de apresentar como constituinte majoritário na essência o linalol (BLANK et al., 2007).

De acordo com Corrêa Júnior, Ming e Scheffer (1998), fatores como clima, o tipo de solo e o local onde as plantas serão cultivadas interferem de forma significativa na síntese de metabólitos secundários.

Após estudarem o efeito que diferentes épocas de plantio causam sobre a qualidade e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum*, *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* e *Ocimum minimum*, Suh e Park (1999) verificaram que as plantas cultivadas no verão apresentaram maior concentração de óleo essencial como também maior proporção de linalol e eugenol.

Em análises realizadas com caules, folhas e flores de *Ocimum micranthum*, Charles e Simon (1990) constataram que os maiores rendimentos do óleo essencial foram encontrados em folhas (1,54%), seguidos de flores (0,63%) e caules (0,08%). Chiej (1988) citou que o rendimento do óleo essencial de *Ocimum basilicum* é em média de 1,50%. Já para Ribeiro e Diniz (2008), o rendimento de óleo na massa fresca total da planta (folhas e ramos) está ao redor de 0,3 a 0,58%.

A colheita das plantas deve ser realizada no início do florescimento, momento em que a produção do óleo essencial é máxima (HERTWIG; STREB; FEIERABEND, 1992; TESKE; TRENTINI, 1995).

Com relação à temperatura na secagem de manjeriço, Soares et al. (2007) relataram que o processo de secagem a temperatura do ar igual a 40 °C proporcionou os maiores rendimentos do óleo essencial.

Charles e Simon (1990) compararam diferentes métodos para a extração do óleo essencial e observaram que o maior rendimento do óleo essencial de *Ocimum basilicum* foi encontrado na destilação por arraste a vapor.

A destilação por arraste a vapor é uma técnica milenar, utilizada pelos maiores produtores mundiais de óleo essencial e vem sendo aperfeiçoada afim de se aumentar sua eficiência (LAWRENCE, 2007).

2.4.2 Importância Econômica dos Óleos Essenciais

O Brasil é o 4º maior exportador de óleos essenciais em decorrência da comercialização do óleo essencial de laranja. O valor unitário/tonelada que é pago aos exportadores brasileiros, porém, é cerca de 10 vezes menor que aquele recebido pelos principais países exportadores (Estados Unidos da América, França e Reino Unido) (VILHA; BARATA; CARVALHO, 2004).

Segundo Serafini e Cassel (2001), o Brasil importa a maior parte do óleo essencial que é utilizado pela indústria nacional, assim a balança comercial ficou em US\$ 10,8 milhões de importações contra US\$ 2,2 milhões em exportações.

A alta concentração de linalol, que é encontrada no óleo essencial de manjeriço, faz com que esse seja muito valorizado no comércio internacional (MORAIS, 2006).

Em 1992, a produção mundial do óleo essencial de manjeriço foi estimada em cerca de 43 toneladas, equivalente a 2,8 milhões de dólares (LAWRENCE, 1993).

De acordo com Blank et al. (2004), o valor comercial do óleo essencial do manjeriço, no mercado internacional, pode chegar a US\$ 110,00 o litro. Já em 2015 o preço do óleo essencial Egípcio foi comercializado a US\$ 187,00 kg⁻¹ (ITC, 2017). Assim, os autores sugerem a implantação da cultura do manjeriço como promissora alternativa de renda para os trabalhadores rurais.

2.4.3 Fatores que Interferem na Produção de Óleos Essenciais

Existem vários fatores abióticos que causam influência no crescimento e desenvolvimento dos vegetais como também no rendimento e composição química dos óleos etéreos (SELMAR; KLEINWÄCHTER, 2013). Dentre esses fatores podemos observar os abióticos como luminosidade, temperatura, época e horário de coleta, métodos de extração e condições de armazenamento (PAULUS et al., 2013; VERMA et al., 2012). Esses podem aumentar ou diminuir o teor de princípios ativos presentes nas plantas.

O Brasil, 5º maior país em extensão territorial do mundo, apresenta diferentes tipos de solo, climas que podem influenciar de maneira positiva ou negativa, no desenvolvimento das espécies (BLANK et al., 2005a). A temperatura e a luminosidade apresentam papel fundamental na fotossíntese, pois a influência mútua destes fatores propicia um ambiente ideal para o processo fisiológico (SOUZA et al., 2008). As variações que ocorrem nesses fatores são responsáveis por alterações na produção de metabólitos secundários (PAULUS et al., 2013).

Choudhury et al. (1988), com o objetivo de otimizar os parâmetros de produção de *Ocimum gratissimum*, observaram que as colheitas realizadas na estação úmida e quente (junho a outubro) proporcionaram um aumento na produção de óleo essencial, quando comparadas com a estação fria e seca (novembro a maio) em Assan, na Índia.

O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares em diferentes estações do ano podem alterar a composição química e o teor de óleo essencial. Ferreira et al. (2016), concluíram que o fator limitante no cultivo de *Ocimum basilicum* cultivar alfavaca basilicão vermelho foi a variação sazonal e não a adubação nitrogenada em Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Em estudos realizados com *Salvia officinalis*, Putievsky et al. (1986) concluíram que o maior rendimento de óleo essencial foi obtido em corte realizado no verão. Com relação à composição do óleo essencial, este apresentou maior teor de constituintes majoritários (tujona e cânfora), em corte realizado na primavera.

Czepac (1996), observou a frequência de corte da menta (*Mentha arvensis*) e concluiu que o maior rendimento de óleo essencial e de mentol cristalizável foi obtido de plantas colhidas aos 60 e 70 dias após o plantio, entretanto, no inverno, ocorreu menor crescimento e rendimento de óleo essencial.

Os cultivos realizados no outono e inverno estão sujeitos a baixas temperaturas e intensidade de radiação luminosa. A baixa radiação luminosa pode diminuir as taxas fotossintéticas, os ganhos de carbono e afetar o acúmulo de fitomassa, crescimento de vegetais e, conseqüentemente, a produção dos metabólitos secundários (MENEGAT, 2013; SANGWAN et al., 2001).

Castro (2001), em pesquisas com erva-cidreira brasileira (*Lippia alba*) avaliou o efeito da variação sazonal e a época de colheita sobre a produção de fitomassa, rendimento e composição química do óleo essencial extraído por hidrodestilação e observou que o maior rendimento de fitomassa, bem como de óleo essencial, foi obtido nos cortes realizados na primavera e no verão.

Em cultivo de *Virola surinamensis*, Lopes et al. (1997), concluíram que os horários de coleta e as estações do ano não influenciaram no rendimento de óleo essencial, contudo a proporção dos componentes no óleo volátil alterou significativamente com os efeitos da sazonalidade.

Ao avaliar o efeito da época de corte (outono, inverno, primavera e verão) na composição do óleo essencial de folhas e inflorescências de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), Chaves (2002) observou que houve interferência na composição química do óleo essencial em função da variação climática. No verão, as folhas apresentaram como componente majoritário o eugenol e, no inverno, b-selineno e trans-cariofileno.

Bezerra et al. (2008), após extraírem capítulos florais de macela em diferentes épocas de colheita, verificaram alterações nos teores dos componentes majoritários do óleo essencial acetato de trans-pinocarveíla, acetato de mirtenila e β -pineno.

Silva et al. (2005), ao estudarem a influência da época (agosto e janeiro) e do horário de coleta (8 e 16 horas) no rendimento e composição do óleo essencial de manjeriçã (*Ocimum basilicum*), concluíram que a época de colheita influenciou o teor final do óleo essencial, sendo o óleo essencial em janeiro com rendimento de 2,26%, enquanto que o óleo essencial de agosto apresentou 1,06%. A composição do óleo essencial não foi influenciada pelo horário de coleta, sendo os compostos majoritários o eugenol e o linalol, todavia, observou-se o teor de linalol no corte efetuado em janeiro (21,24%) foi menor quando comparado ao corte de agosto (25,03%).

A temperatura e o tempo de secagem das folhas também podem afetar a qualidade e quantidade dos princípios ativos encontrados nos óleos essenciais. Carvalho Filho et al. (2006), ao pesquisarem o período e temperatura de secagem das folhas de manjeriçã, observaram que o teor de linalol aumentou de 45,18% (folhas frescas) para 72,27% em folhas com sete dias de secagem a 40° C.

O armazenamento dos óleos essenciais também é importante para garantir a retenção dos componentes no produto. Uma técnica bastante utilizada para evitar a deterioração é diminuir a temperatura de estocagem. Alves et al. (2015), após avaliarem o tempo e temperatura de armazenamento do óleo essencial de manjeriçã, cultivar Maria Bonita, concluíram que o mesmo pode ser armazenado em freezer sem prejudicar a sua composição por até oito meses.

2.5 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise de crescimento é o método mais acessível e preciso para avaliar o crescimento das plantas, tendo como premissa básica o fato de que 90% da matéria seca acumulada pelos vegetais, durante seu crescimento, resulta da atividade fotossintética (BENINCASA, 2003).

A técnica é simples, fácil de ser aplicada e não apresenta grande demanda ou sofisticação de equipamentos. Aparelhos básicos como balança

analítica, estufa com circulação forçada de ar e medidor de área foliar são empregados na análise de crescimento. (LOPES; LIMA, 2015).

De acordo com Radford (1967), as medidas do peso seco da planta e da dimensão do sistema assimilatório da planta são necessárias para se realizar esse método. Esses valores são determinados no material vegetal em diferentes intervalos de tempo e, a partir deles, vários índices de crescimento são calculados, de modo a descrever o crescimento da planta (LOPES; LIMA, 2015; MAGALHÃES, 1986).

Nesse sentido segundo Radford (1967), os índices que descrevem a análise de crescimento são: a taxa de crescimento da cultura, a taxa de crescimento relativo, a taxa de assimilação líquida, razão de área foliar, área foliar específica, e a razão de massa foliar.

3 ARTIGO A – INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO SAZONAL NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM CULTIVARES DE MANJERICÃO

3.1 RESUMO

Sabe-se que a produção de fitomassa e o conteúdo dos princípios ativos das plantas medicinais dependem das condições climáticas. 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. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de cultivo no desempenho de cultivares de manjericão em Londrina-PR. O experimento foi conduzido no Horto de Plantas Medicinais do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 17 x 2 com cinco repetições, sendo 17 cultivares comerciais de manjericão e duas épocas de cultivo (outono/inverno e primavera/verão). As avaliações ocorreram quando 50% das plantas na área experimental iniciaram o florescimento. Em cada coleta foi avaliada a altura da planta, massa seca de folhas e massa seca da parte aérea. Os valores de massa seca de folhas para a época de cultivo Outono/Inverno variaram de 2,97 a 6,90 g planta⁻¹ e de 7,34 a 14,67 g planta⁻¹ na Primavera/Verão. A cultivar Basilicão apresentou melhor desenvolvimento nas duas épocas de cultivo em Londrina-PR.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L.. Biomassa. Outono/Inverno. Primavera/Verão.

3.2 ABSTRACT

The production of phytomass and the content of the active ingredients of medicinal plants depend on climatic conditions. Brazil, has large territorial extension, particularities of soil and climate in each region that can interfere positively or negatively in the development of species. The objective of this work was to evaluate the influence of the growing season on the performance of basil cultivars in Londrina-PR. The experiment was conducted at the Medicinal Plants Garden of the Department of Agronomy of the State University of Londrina. The experimental design used was a randomized block in a 17 x 2 factorial scheme with five replications, with 17 commercial cultivars of basil and two growing seasons (autumn / winter and spring / summer). The evaluations occurred when 50% of the plants in experimental area started flowering. In each collection, plant height, dry leaf mass and dry shoot weight were evaluated. The leaf dry matter values for the autumn / winter growing season ranged from 2.97 to 6.90 g plant⁻¹ and from 7.34 to 14.67 g plant⁻¹ in spring / summer. The Basilicão cultivar showed the best development during the two growing seasons in Londrina.

Key words: *Ocimum basilicum* L.. Biomass. Autumn/Winter. Spring/Summer.

3.3 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, é um subarbusto aromático, originário da Ásia tropical que foi introduzido no Brasil pela colônia italiana (LORENZI; MATOS, 2008).

A espécie é cultivada principalmente por pequenos produtores para a comercialização de suas folhas como aromatizante ou condimento, mas também é muito utilizada para a obtenção de óleo essencial (BLANK et al., 2004; MAROTTI; PICCAGLIA; GIOVANELLI, 1996; MING, 1998; SILVA et al., 2012).

É fato que a produção de fitomassa e de metabólitos secundários das plantas condimentares são dependentes das condições climáticas e de armazenamento além dos métodos de extração (VERMA et al., 2012). Ferreira et al. (2016), concluíram que o fator limitante no cultivo de *Ocimum basilicum* cultivar alfavaca basilicão vermelho foi a variação sazonal e não a adubação nitrogenada em Marechal Cândido Rondon, Paraná.

O Brasil, 5º maior país em extensão territorial do mundo, apresenta diferentes tipos de solo e condições diversas de clima que podem influenciar de maneira positiva ou negativa, no desenvolvimento das espécies (BLANK et al., 2005a). A humanidade sempre cultivou as plantas medicinais, aromáticas e condimentares, todavia é necessário o estudo a nível regional no intuito de melhorar a qualidade das informações (AMARO et al., 2012).

A escolha do material ideal que deve ser utilizado em cada região e época de cultivo é de suma importância para o agricultor que optar pelo cultivo da espécie. Atualmente existem 43 cultivares de *Ocimum basilicum* L. no Registro Nacional de Cultivares (BRASIL, 2020). O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de cultivo no desempenho de cultivares de manjeriço em Londrina, Paraná.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Horto de Plantas Medicinais do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, no município de Londrina, estado do Paraná, localizado nas coordenadas geográficas 23° 23' de Latitude Sul e 51° 11' de Longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 566 m. A

região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizada pelo clima do tipo Cfa e precipitação média anual de 1615 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 17 x 2 com cinco repetições, sendo 17 cultivares comerciais de manjeriço que estavam disponíveis no mercado brasileiro (Tabela 3.1) e duas épocas de cultivo (outono/inverno e primavera/verão). Cada parcela foi formada por três linhas de plantio com seis plantas, totalizando 18 plantas. A área útil amostrada foi representada pela linha central de cada parcela exceto as plantas de cada extremidade, totalizando quatro plantas. O espaçamento empregado foi de 0,30 x 0,30 m.

Tabela 3.1 – Cultivares de manjeriço utilizadas no experimento. Londrina, 2020.

Cultivar	Mantenedor	Número de Registro
Alfavaca Verde	Feltrin Sementes LTDA	03497
Basilicão	Isla Sementes LTDA	04812
Folha Fina	Agristar do Brasil LTDA	09703
Fragranza	Feltrin Sementes LTDA	35442
Gennaro	Isla Sementes LTDA	30015
Genovese	Agristar do Brasil LTDA	09704
Grecco a Palla	Isla Sementes LTDA	29795
Limoncello	Feltrin Sementes LTDA	36052
Limoncino	Isla Sementes LTDA	29796
Manjeriço	Vidasul Sementes LTDA	04439
Minette Anão	Agristar do Brasil LTDA	05236
Roxo	Feltrin Sementes LTDA	03496
Roxo Dark Opal	Agristar do Brasil LTDA	05237
Sabory	Feltrin Sementes LTDA	36051
Toscano Folha de Alface	Isla Sementes LTDA	11354
Verde Fino Francês	Feltrin Sementes LTDA	03581
Vermelho Rubi	Isla Sementes LTDA	21038

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

As mudas de manjeriço, em cada época de cultivo, foram produzidas em ambiente protegido com malha termo refletora Aluminet® para retenção de 50% do fluxo de radiação solar.

As sementeiras das cultivares foram realizadas nos dias 20/05/2017 e 04/12/2017 no outono/inverno e primavera/verão, respectivamente, e foram efetuadas em tubos cônicos de polipropileno de alta densidade, de coloração preta,

com seção circular, seis estrias internas longitudinais, com volume total de 50 cm³. Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® e, em cada unidade, foram colocadas três sementes da espécie. Estes recipientes foram sustentados por bandejas planas de polipropileno com capacidade para 176 tubetes e suspensos a 1,0 m do solo por estrutura metálica. A operação de desbaste foi realizada com tesoura após a formação do 2º par de folhas verdadeiras deixando uma plântula por tubete (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Produção de mudas de manjeriço e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013). No local do experimento, amostras de solo na camada de 0,00-0,20 m foram coletadas para a caracterização química (Tabela 3.2). A correção do solo foi efetuada no dia 30/05/2017, com 370 kg ha⁻¹ de Ca(OH)₂ para se manter a saturação de base do cálcio equilibrada.

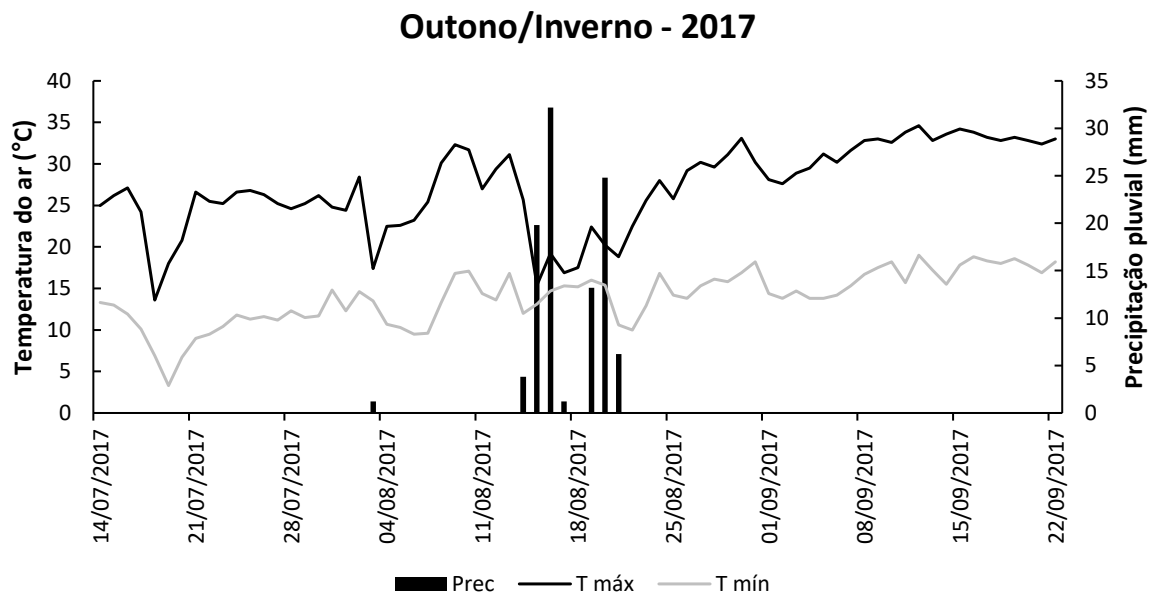
Tabela 3.2 – Caracterização química do solo na camada de 0,00-0,20 m da área experimental para o cultivo de manjeriço. Londrina, 2020.

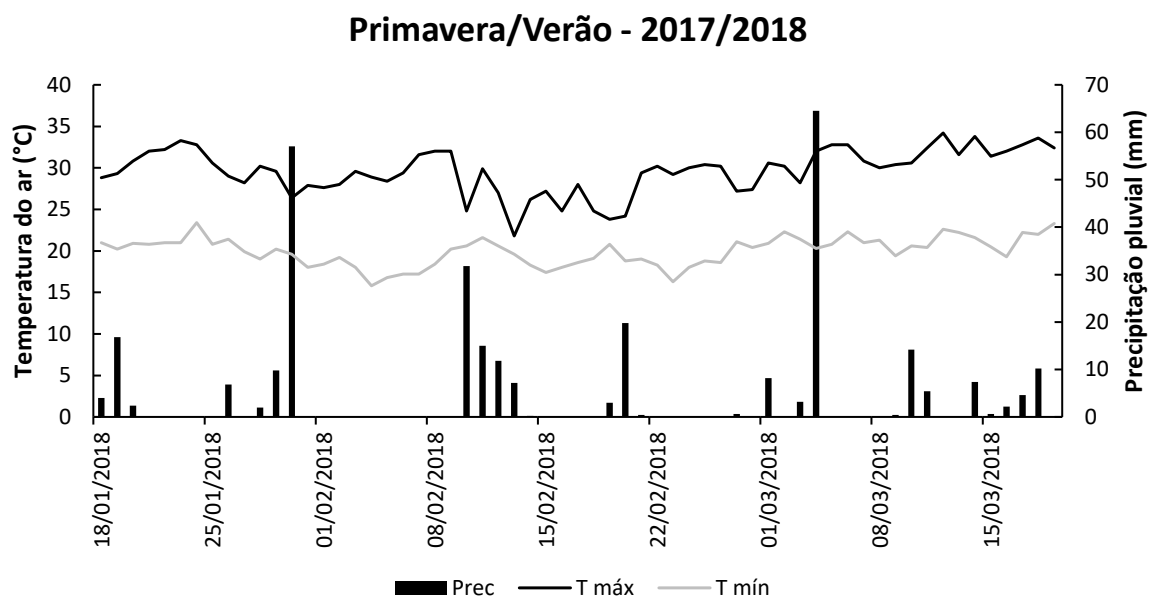
pH CaCl ₂	P disponível (mg.dm ⁻³)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC Efetiva	V (%)	Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)
4,53	36,75	11,74	3,45	0,83	16,05	73,46	39,65

O controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (quenquém) foi realizado antes da instalação das mudas na área experimental com o emprego de formicidas à base de fipronil.

Após formarem o 4º par de folhas, as mudas de manjeriço foram transplantadas, de forma manual, no dia 14/07/2017 (55 dias após a semeadura) no outono/inverno e 18/01/2018 (45 dias após a semeadura) na primavera/verão. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais. A irrigação no local foi efetuada com auxílio de aspersores. Os valores semanais de precipitação e temperatura ocorridos durante a condução do ensaio são apresentados na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Valores registrados de temperaturas máxima, mínima e precipitação pluvial no município de Londrina-PR, durante os períodos de cultivo no Outono/Inverno – 2017 e Primavera/Verão – 2017/2018. Londrina, 2020.





Fonte: IAPAR, 2020.

As avaliações ocorreram quando 50% das plantas na área experimental iniciaram o florescimento. Na época outono/inverno aconteceu aos 70 dias após o transplântio (DAT) em 22/09/2017 e na primavera/verão aos 60 DAT em 19/03/2018. A cada coleta foi avaliada a altura da planta (AP), massa seca de folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA). A AP foi obtida, em centímetros, com o auxílio de uma régua milimetrada, medida a partir da base até o ápice da planta.

Após o corte, as plantas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocados em estufa com circulação forçada de ar a 40° C. Após atingirem massa constante, as folhas foram separadas dos caules e pesadas em balança centesimal de precisão para se obter a MSF e MSPA.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi efetuada pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Utilizou-se o programa Sisvar®, versão 5.6, para as análises (FERREIRA, 2011).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável altura das plantas de manjeriço apresentou efeitos significativos na interação entre as cultivares e épocas de cultivo. Observou-se para a época de cultivo Outono/Inverno oscilação na altura de 22,45 a 50,71 cm planta⁻¹ e de 25,88 a 63,00 cm planta⁻¹ na Primavera/Verão (Tabela 3.3).

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram observados por Ferreira et al. (2015), ao avaliarem a influência da época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjeriço cultivar Folha de Alface, encontraram altura de 30,40 e 22,82 cm planta⁻¹ na primavera e outono, respectivamente. Fernandes (2014), ao analisar o crescimento de cultivares de manjeriço, constatou baixa altura de planta nas cultivares Minette Anão e Grecco a Palla e que, pelo baixo porte, as duas cultivares apresentam potencial ornamental. Em trabalho realizado com a cultivar Basilicão durante o verão, Yokota et al. (2015) observaram altura de 62,23 cm planta⁻¹.

Tabela 3.3 – Valores médios de altura de planta (cm planta⁻¹) das cultivares de manjeriço alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2017 (OUT/INV) e Primavera/Verão – 2017/2018 (PRI/VER). Londrina, 2020.

	Altura (cm planta ⁻¹)	
	OUT/INV	PRI/VER
Alfavaca Verde	38,69 bB	48,00 aD
Basilicão	50,71 bA	63,00 aA
Fino Francês	27,05 bE	57,13 aB
Folha Alface	23,13 bF	27,50 aH
Folha Fina	30,19 bD	58,38 aB
Fragranza	27,95 bE	51,13 aC
Gennaro	23,70 bF	44,00 aE
Genovese	33,59 bC	43,63 aE
Grecco a Palla	23,78 aF	25,88 aH
Limoncello	22,45 bF	32,63 aG
Limoncino	20,80 bG	30,50 aG
Manjeriço	36,88 bB	42,00 aE
Minette Anão	23,91 bF	28,25 aH
Roxo	27,03 bE	38,25 aF
Roxo Dark Opal	38,72 bB	48,25 aD
Sabory	37,68 bB	44,00 aE
Vermelho Rubi	32,03 bD	39,25 aF
Média	30,49	42,63
C.V. (%)	4,17	

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

As variáveis massa seca de folhas e massa seca da parte aérea das plantas de manjeriço apresentaram efeitos significativos na interação entre as cultivares e épocas de cultivo (Tabela 3.4). Observou-se variação em MSF na época de cultivo Outono/Inverno de 2,97 a 6,90 g planta⁻¹ e de 7,34 a 14,67 g planta⁻¹ na

Primavera/Verão. Na primeira época as cultivares com maior massa foram Basilicão, Sabory, Folha Alface, Alfavaca Verde e Fragranza enquanto que no cultivo Primavera/Verão Basilicão, Manjericão, Gennaro, Sabory e Alfavaca Verde foram as cultivares que desenvolveram maior biomassa seca de folhas por planta.

Em relação a massa seca da parte aérea (Tabela 3.4), as médias variaram de 5,14 a 13,55 g planta⁻¹ no Outono/Inverno e 13,19 a 35,96 g planta⁻¹ na Primavera/Verão. Na primeira época de cultivo, as cultivares com maior biomassa seca foram Basilicão, Alfavaca Verde, Sabory, Fragranza e Folha Fina enquanto que na Primavera/Verão foram Basilicão, Manjericão, Sabory, Limoncino e Alfavaca Verde.

Tabela 3.4 – Valores médios de massa seca de folhas (g planta⁻¹) e massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) das cultivares de manjericão alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2017 (OUT/INV) e Primavera/Verão – 2017/2018 (PRI/VER). Londrina, 2020.

	Massa seca de folhas (g planta ⁻¹)		Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)	
	OUT/INV	PRI/VER	OUT/INV	PRI/VER
Alfavaca Verde	5,23 bC	11,19 aE	10,40 bB	22,51 aD
Basilicão	6,90 bA	14,67 aA	13,55 bA	35,96 aA
Fino Francês	4,12 bE	10,49 aD	9,05 bC	21,26 aE
Folha Alface	5,34 bC	8,76 aF	7,75 bD	13,19 aK
Folha Fina	4,16 bE	9,28 aE	9,07 bC	19,51 aF
Fragranza	5,07 bD	9,33 aE	9,64 bB	16,65 aH
Gennaro	4,15 bE	11,29 aC	6,91 bD	21,78 aE
Genovese	4,94 bD	9,37 aE	8,69 bC	18,40 aG
Grecco a Palla	3,65 bF	8,47 aG	7,41 bD	14,71 aJ
Limoncello	3,58 bF	7,34 aH	7,65 bD	21,39 aE
Limoncino	3,58 bF	7,43 aH	7,69 bD	24,33 aC
Manjericão	4,83 bD	13,04 aB	8,05 bD	26,37 aB
Minette Anão	4,97 bD	8,40 aG	8,79 bC	14,51 aJ
Roxo	2,97 bH	8,37 aG	5,14 bE	13,37 aK
Roxo Dark Opal	3,27 bG	9,28 aE	5,66 bE	15,79 aI
Sabory	5,86 bB	11,22 aC	9,92 bB	24,38 aC
Vermelho Rubi	3,42 bF	8,13 aG	5,67 bE	13,30 aK
Média	4,47	9,77	8,29	19,85
C.V. (%)	11,92		10,08	

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O crescimento das plantas condimentares pode sofrer interferência de condições como a temperatura e a intensidade de radiação solar. A redução da biomassa ocorrida no Outono/Inverno se dá pelas menores intensidades da radiação luminosa e temperaturas ocorridas no período (MENEGAT, 2013). De acordo com Chang, Alderson e Wright (2005), a temperatura basal do manjeriço é de 10,9° C, sendo registradas durante a condução do experimento temperaturas abaixo desse valor (Figura 3.2). A baixa radiação luminosa pode diminuir as taxas fotossintéticas, os ganhos de carbono e afetar o acúmulo de fitomassa, crescimento dos vegetais e, conseqüentemente, a produção dos metabólitos secundários (MENEGAT, 2013).

Luz et al. (2014) relataram que *Melissa officinalis* L., cultivadas em maior radiação solar e temperatura, apresentaram maior crescimento. Essas condições favorecem a maior capacidade de conversão da luz em energia, enquanto que em menores temperaturas do ar a eficiência fotossintética é reduzida (FERREIRA, et al., 2016).

Ao estudar a variação sazonal na produção de biomassa em *Aloysia triphylla*, Schwerz et al. (2015) constataram maior produção de massa seca de folhas no mês de novembro (Primavera). Camilo et al. (2009) trabalharam com manjeriço e observaram que a espécie possui melhor desempenho vegetativo na época primavera/verão.

3.6 CONCLUSÕES

A cultivar de *Ocimum basilicum* L. Basilicão proporciona superior crescimento de altura de planta, massa seca da parte aérea e foliar nas duas épocas de cultivo em Londrina, Paraná.

As baixas temperaturas do ar no Outono/Inverno influenciaram em menor produção de fitomassa nas cultivares de manjeriço em Londrina, Paraná.

4 ARTIGO B – INTERFERÊNCIA DE ÉPOCAS DE CULTIVO NO CRESCIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO

4.1 RESUMO

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, produz óleo essencial valorizado no mercado internacional com alta concentração de linalol. A análise de crescimento, do ponto de vista agrônômico, pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal em diferentes épocas de cultivo. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento em duas épocas de cultivo, o rendimento e a quantificação de linalol no óleo essencial de cultivares de *Ocimum basilicum* L. em Londrina, Paraná. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 com quatro repetições, sendo duas cultivares comerciais de manjericão (Basilicão e Maria Bonita) e duas épocas de cultivo (outono/inverno e primavera/verão). Foram realizadas cinco colheitas em cada época de cultivo. Os índices fisiológicos avaliados foram: razão de área foliar (RAF), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR). A extração do óleo essencial ocorreu através do método de arraste a vapor d'água. A análise do linalol ocorreu em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas. Os valores de massa seca de folha variaram de 1,26 g planta⁻¹ (Outono/Inverno) a 16,83 g planta⁻¹ (Primavera/Verão). As cultivares de *Ocimum basilicum* L. Basilicão e Maria Bonita apresentam maior desenvolvimento vegetal durante a época de cultivo Primavera/Verão em Londrina, Paraná. A cultivar Maria Bonita exibiu maior rendimento (21,29 L ha⁻¹) e concentração de linalol (65,21%) nos óleos essenciais produzidos na Primavera/Verão em Londrina, Paraná.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L.. Análise de Crescimento. Índice Fisiológico. Linalol. Sazonalidade.

4.2 ABSTRACT

Basil (*Ocimum basilicum* L.), belonging to the Lamiaceae family, produces essential oil valued on the international market with a high concentration of linalool. Growth analysis can be very useful in the study of plant behavior in different growing seasons. The objectives of this work were to evaluate the growth in two growing seasons, the yield and the quantification of linalool in the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivars in Londrina, Paraná. The experimental design used was the randomized blocks in a 2 x 2 factorial scheme with four replications, two commercial cultivars of basil (Basilicão and Maria Bonita) and two growing seasons (autumn / winter and spring / summer). Five harvests were made in each growing season. The physiological indexes evaluated were: RAF, TAL and TCR. The extraction of the essential oil occurred through the method of steam dragging water. The analysis of linalool was determined with a GC/MS. The cultivars of *Ocimum basilicum* L. Basilicão and Maria Bonita shows greater plant development during the Spring / Summer growing season in Londrina. The cultivar Maria Bonita showed higher yield (21.29 L ha⁻¹) and concentration of linalool (65.21%) in essential oils produced in Spring / Summer in Londrina, Paraná.

Key words: *Ocimum basilicum* L.. Growth Analysis. Physiological Index. Linalool. Seasonality.

4.3 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, é um subarbusto aromático, ereto, muito ramificado, de folhas simples e flores brancas que foi introduzido no Brasil pela colônia italiana (LORENZI; MATOS, 2008). É cultivado por pequenos produtores para a comercialização das folhas (SILVA et al., 2012).

A espécie produz óleo essencial valorizado no mercado internacional com alta concentração de linalol, sendo utilizado nas indústrias de condimentos e cosméticos (CARVALHO FILHO et al., 2006). O valor comercial do óleo volátil foi de US\$ 110,00 o litro em 2004 para US\$ 187,00 kg⁻¹ em 2015 (BLANK et al., 2004; ITC, 2017).

Existem vários fatores abióticos que causam influência no crescimento e desenvolvimento dos vegetais como também no rendimento e composição química dos óleos etéreos (SELMAR; KLEINWÄCHTER, 2013). A época em que a planta é coletada é um dos fatores mais determinantes, visto que a concentração dos constituintes não é constante durante o ano (PAULUS et al., 2013).

Castro (2001), encontrou efeito positivo da variação sazonal na produção de fitomassa e no rendimento de óleo essencial de *Lippia alba* durante a primavera e o verão. O efeito da sazonalidade também foi observado em *Mentha arvensis* tanto para a biomassa como no rendimento de óleo essencial das plantas (CZEPAC, 1996).

A análise de crescimento, do ponto de vista agrônomo, pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições de cultivo (BENINCASA, 2003). Esse método descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, com base na matéria seca acumulada pelas plantas. É avaliada por meio do cálculo de índices fisiológicos (MAGALHÃES, 1986).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento em duas épocas de cultivo, o rendimento e a quantificação de linalol no óleo essencial de cultivares de *Ocimum basilicum* L. em Londrina, Paraná.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Horto de Plantas Medicinais do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no município de Londrina, estado do Paraná, localizado nas coordenadas geográficas 23° 23' de Latitude Sul e 51° 11' de Longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 566 m. A região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizada pelo clima do tipo Cfa e precipitação média anual de 1615 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 com quatro repetições, sendo duas cultivares comerciais de manjeriço (Tabela 4.1) e duas épocas de cultivo (outono/inverno e primavera/verão). Cada parcela foi formada por cinco linhas de plantio com sete plantas, totalizando 35 plantas. A área útil amostrada foi representada pelas três linhas centrais de cada parcela exceto as plantas de cada extremidade, totalizando 15 plantas. O espaçamento empregado foi de 0,30 x 0,30 m.

Tabela 4.1 – Cultivares de manjeriço utilizadas no experimento. Londrina, 2020.

Cultivar	Mantenedor	Número de Registro
Basilicão	Isla Sementes LTDA	04812
Maria Bonita	Arie Fitzgerald Blank	22019

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

As mudas de manjeriço, em cada época de cultivo, foram produzidas em ambiente protegido com malha termo refletora Aluminet® para retenção de 50% do fluxo de radiação solar.

As sementeiras das cultivares foram realizadas nos dias 12/04/2019 e 12/07/2019 para os cultivos no outono/inverno e primavera/verão, respectivamente, e foram efetuadas em tubos cônicos de polipropileno de alta densidade, de coloração preta, com seção circular, seis estrias internas longitudinais, com volume total de 50 cm³. Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® e, em cada unidade, foram colocadas três sementes da espécie. Estes recipientes foram sustentados por bandejas de polipropileno com capacidade para 176 tubetes e suspensos a 1,0 m do solo por estrutura metálica. A operação de desbaste foi realizada após a formação do 2º par de folhas verdadeiras deixando uma plântula por tubete (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Produção de mudas de manjeriço e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013). No local do experimento, amostras de solo na camada de 0,00-0,20 m foram coletadas para a caracterização química (Tabela 4.2). A correção do solo foi efetuada com 199,8 kg ha⁻¹ de Ca(OH)₂ para se manter a saturação de base do cálcio equilibrada.

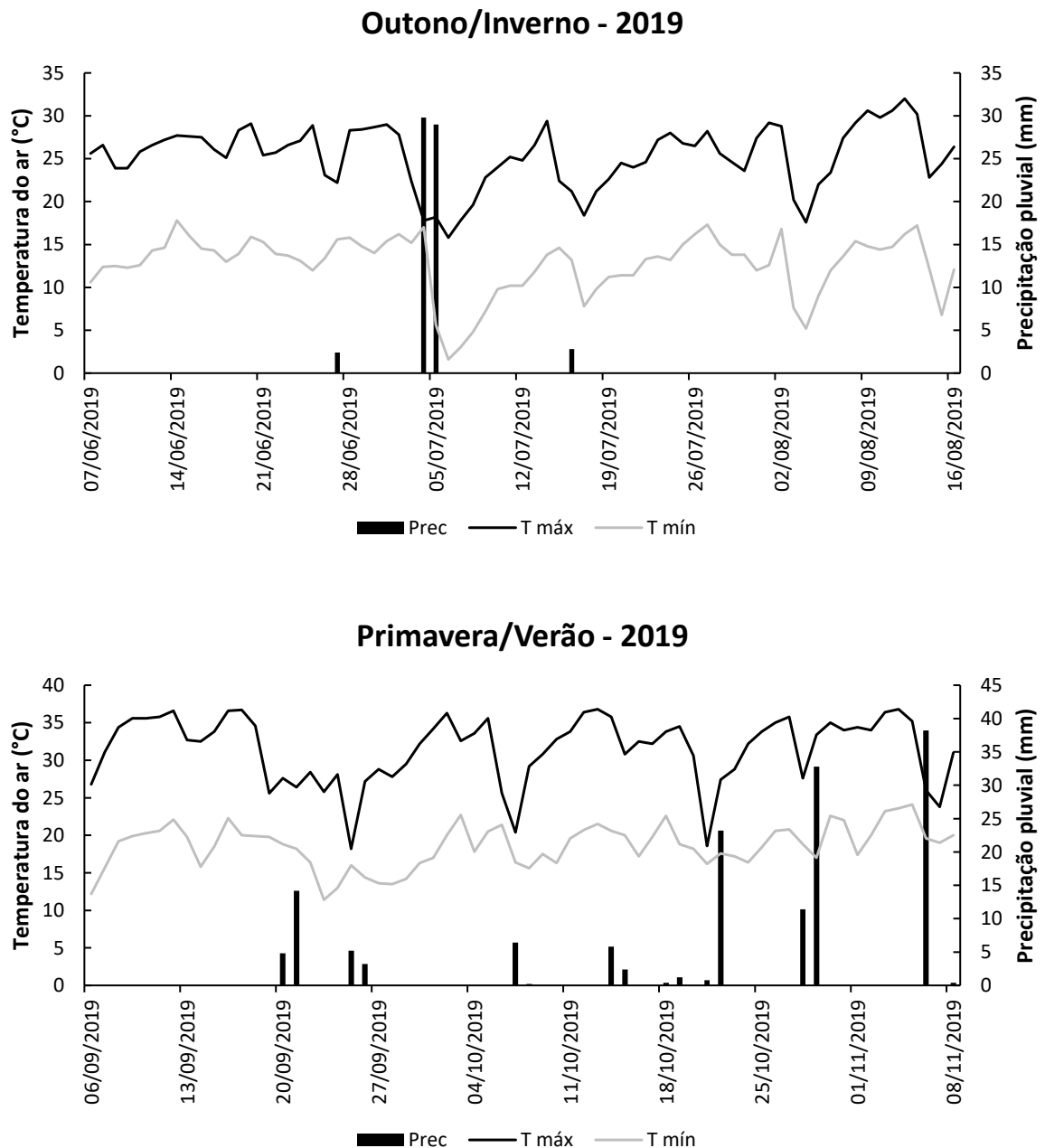
Tabela 4.2 – Caracterização química do solo na camada de 0,00-0,20 m da área experimental para o cultivo de manjeriço. Londrina, 2020.

pH CaCl ₂	P disponível (mg.dm ⁻³)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC Efetiva	V (%)	Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)
4,72	34,62	9,93	3,24	0,46	13,68	79,04	32,45

O controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (quenquém) foi realizado antes da instalação das mudas na área experimental com o emprego de formicidas à base de fipronil.

Após formarem o 4º par de folhas, as mudas de manjeriço foram transplantadas, de forma manual, no dia 07/06/2019 (56 dias após a semeadura) no outono/inverno e 06/09/2019 (56 dias após a semeadura) na primavera/verão. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais. A irrigação no local foi efetuada com auxílio de aspersores. Os valores semanais de precipitação e temperatura ocorridos durante a condução do ensaio são apresentados na Figura 4.2.

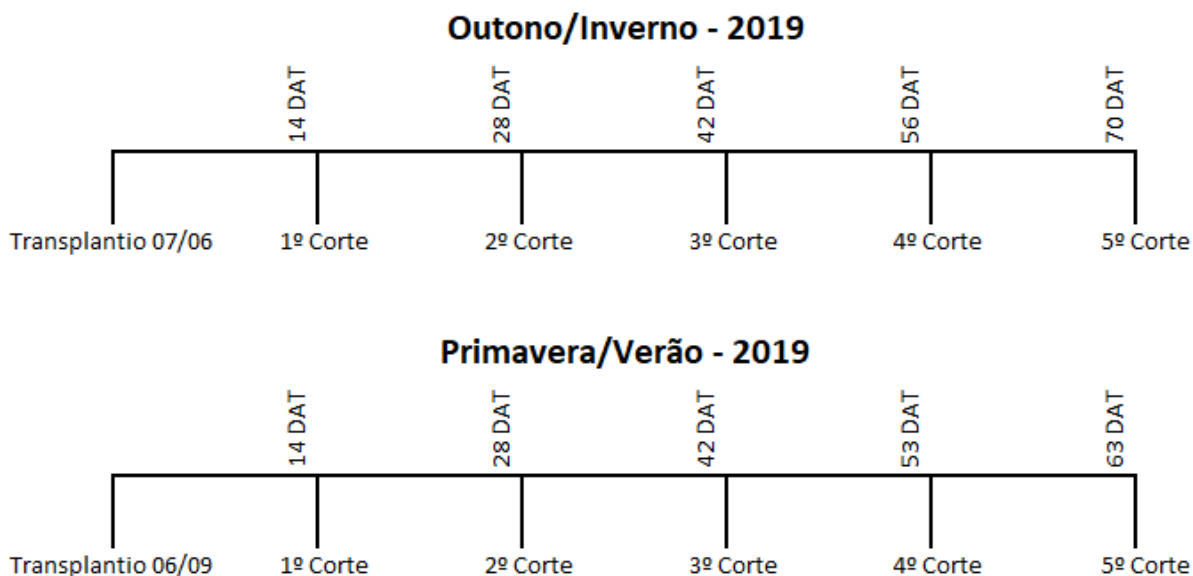
Figura 4.2 – Valores registrados de temperaturas máxima, mínima e precipitação pluvial no município de Londrina-PR, durante os períodos de cultivo no Outono/Inverno – 2019 e Primavera/Verão – 2019. Londrina, 2020.



Fonte: IAPAR, 2020.

Foram realizadas cinco colheitas em cada época de cultivo. Os cortes eram executados com auxílio de tesoura de poda. Os cronogramas de cortes das plantas de manjeriço são apresentados na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Cronograma de colheitas das plantas de manjeriço cultivadas no Outono/Inverno – 2019 e Primavera/Verão – 2019. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

A cada colheita foi avaliada a área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA). A mensuração da AF foi determinada, em cm^2 , pelo integrador de área foliar da LI-COR® modelo LI-3100.

As plantas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocados em estufa com circulação forçada de ar a $40\text{ }^\circ\text{C}$. Após atingirem massa constante, os materiais foram pesados em balança de precisão para se obter a MSF e MSPA. As metodologias utilizadas nas avaliações estão descritas a seguir.

4.4.1 Análise de Crescimento

Os índices fisiológicos razão de área foliar (RAF), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR) foram obtidos de acordo com as seguintes fórmulas (LOPES; LIMA, 2015):

RAF = é o quociente entre AF (dm²) e MSPA (g).

$$\text{RAF} = \text{AF} / \text{MSPA}$$

$$\text{RAF} = (\text{dm}^2 \text{ g}^{-1})$$

TAL = expressa a taxa de incremento de MSPA em determinado tempo (t) em relação à AF.

$$\text{TAL} = ((\text{MSPA2} - \text{MSPA1}) / (\text{t2} - \text{t1})) \times ((\ln \text{AF2} - \ln \text{AF1}) / (\text{AF2} - \text{AF1}))$$

$$\text{TAL} = (\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1})$$

TCR = expressa a taxa de incremento de MSPA por unidade de MSPA preexistente.

$$\text{TCR} = (\ln \text{MSPA2} - \ln \text{MSPA1}) / (\text{t2} - \text{t1})$$

$$\text{TCR} = (\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

4.4.2 Óleo Essencial

A extração do óleo essencial ocorreu no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Agronomia da UEL. Após a determinação da MSF e MSPA, as folhas secas, do 4º e 5º corte dos tratamentos cultivados na Primavera/Verão – 2019, foram empregadas na obtenção do óleo volátil através do método de arraste a vapor d'água (KOKETSU; GONÇALVES, 1991).

Para a extração do óleo etéreo das folhas, foram utilizadas amostras de 100 gramas/parcela e colocadas no Mini Destilador D1 da LINAX® (Figura 4.4). Cada destilação foi realizada por um período de 90 minutos. Ao final, foi feita a leitura do volume e, em seguida, calculado o rendimento de óleo essencial (ROE) em L ha⁻¹. O óleo essencial extraído, após cada destilação, foi acondicionado em frasco de vidro cor âmbar e armazenado em freezer a temperatura de -20 °C até a análise da sua composição química.

Figura 4.4 – Aparelho Mini Destilador D1 LINAX®. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

A análise do linalol ocorreu no Laboratório de Análise de Materiais e Moléculas (LAMM) da UEL. Para tanto, utilizou-se o cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (QP2010 SE) da SHIMADZU® (Figura 4.5). As separações ocorreram em coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (30,00 m x 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de filme), fluxo constante de gás hélio ($0,95 \text{ mL min}^{-1}$). Foi utilizado um volume de injeção de $2,0 \mu\text{L}$ de solução de óleo essencial (diluição 1:1000 com o solvente apolar Hexano) no modo de split. A programação de temperatura do forno utilizada foi a partir de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ (isoterma durante 1,5 min.), com um aumento de $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $250 \text{ }^\circ\text{C}$, terminando com uma isoterma de 10 min. a $250 \text{ }^\circ\text{C}$. A temperatura do injetor foi de $230 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura da fonte de íons de $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Os íons foram gerados à 70 eV ; a uma velocidade de varredura de $0,3 \text{ fragmentos (scans) s}^{-1}$ detectados no intervalo de 35-500 Da.

Figura 4.5 – Cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (QP2010 SE) SHIMADZU®. Londrina, 2020.



Fonte: O próprio autor.

Para a identificação do linalol comparou-se seu espectro de massa com o banco de dados do equipamento (NIST11s) e com composto padrão injetado na mesma condição cromatográfica de cada amostra. A quantificação do linalol foi estimada pelo cálculo da área do pico gerado no cromatograma do CG com o cálculo do composto padrão com concentrações conhecidas.

4.4.3 Análise Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi efetuada pelo teste de Tukey a 5% de significância. Utilizou-se o programa Sisvar®, versão 5.6, para as análises (FERREIRA, 2011).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na época Primavera/Verão, compreendida pelos meses de setembro, outubro e novembro de 2019, a temperatura máxima apresentou valores superiores a 30 °C na maioria dos dias de cultivo e mínimas próximas de 20 °C. Enquanto isso, o período Outono/Inverno de 2019, compreendido pelos meses de junho, julho e agosto

de 2019, apresentou temperaturas máximas próximas de 25 °C com mínima registrada de 1,6 °C (Figura 4.2).

4.5.1 Análise de Crescimento

A variável massa seca da parte aérea apresentou efeitos significativos na interação entre as cultivares e as épocas de cultivo no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º corte (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Análise de variância para a variável massa seca da parte aérea em função das cultivares de manjeriço e épocas de cultivo. Londrina, 2020.

FV ¹	GL ²	Quadrado Médio ³				
		1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
BLOCO	3	0,001717	0,008790	0,779456	0,400723	3,294240
EPOC	1	0,378225 *	25,67955 *	248,7717 *	1468,997 *	4148,970 *
CULT	1	0,050625 *	1,226556 *	2,488506 *	20,86205 *	76,60625 *
EPOC*CULT	1	0,022500 *	0,888306 *	1,953006 *	17,95640 *	51,22980 *
RESÍDUO	9	0,000600 *	0,017751 *	3,581606 *	3,686856 *	5,697106 *
TOTAL	15					
MÉDIA		0,252500	1,443125	4,047812	9,974375	17,899375
C.V. (%)		9,70	9,23	9,47	9,25	9,33

¹ Fontes de variação: EPOC: Época de cultivo; CULT: Cultivar.

² Graus de liberdade.

³ *: Significativo a 5% de significância.

No desdobramento da interação entre as cultivares de manjeriço e as épocas de cultivo, observou-se que o cultivo da cultivar Basilicão durante a Primavera/Verão – 2019 proporcionou aumentos significativos na variável massa seca da parte aérea em todos os cortes (Tabela 4.4).

Em todas as cultivares, o cultivo no Outono/Inverno reduziu a massa seca da parte aérea por planta. Em média, a redução da massa seca da parte aérea em função das épocas de cultivo variou de 37,98 para 2,20 g planta⁻¹ para ‘Basilicão’ aos 70 DAT, o que corresponde a aproximadamente 94% de diminuição nos rendimentos por planta. Para a cultivar Maria Bonita, a redução no 5º corte foi de 95,34% (Tabela 4.4).

A redução da massa seca por planta ocorrida no Outono/Inverno se dá pela intensidade da radiação luminosa e temperaturas ocorridas no período. A baixa radiação luminosa pode diminuir as taxas fotossintéticas, os ganhos de carbono e afetar o acúmulo de fitomassa, crescimento dos vegetais e, conseqüentemente, a produção dos metabólitos secundários (MENEGAT, 2013). As baixas temperaturas também afetaram a massa seca de *Ocimum basilicum* L. onde a mínima registrada na época de cultivo foi de 1,6 °C no dia 06 de julho de 2019 (Figura 4.2). De acordo com Chang, Alderson e Wright (2005), a temperatura basal do manjeriço é de 10,9° C.

Tabela 4.4 – Valores médios de massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

	1º Corte		2º Corte	
	OUT/INV	PRI/VER	OUT/INV	PRI/VER
	2019	2019	2019	2019
Basilicão	0,12 bA	0,50 aA	0,22 bA	3,22 aA
Maria Bonita	0,08 bA	0,31 aB	0,14 bA	2,20 aB
Média	0,10	0,41	0,18	2,71
C.V. (%)	9,70		9,23	

	3º Corte		4º Corte	
	OUT/INV	PRI/VER	OUT/INV	PRI/VER
	2019	2019	2019	2019
Basilicão	0,18 bA	8,76 aA	0,48 bA	21,76 aA
Maria Bonita	0,09 bA	7,12 aB	0,31 bA	17,36 aB
Média	0,14	7,94	0,39	19,56
C.V. (%)	9,47		9,25	

	5º Corte	
	OUT/INV	PRI/VER
	2019	2019
Basilicão	2,20 bA	37,98 aA
Maria Bonita	1,40 bA	30,03 aB
Média	1,80	34,00
C.V. (%)	9,33	

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A variável massa seca de folhas das plantas de manjeriço apresentou efeitos significativos em épocas de cultivo no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º corte. Não ocorreu interação entre os fatores cultivar e época de cultivo (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Análise de variância para a variável massa seca de folhas em função das cultivares de manjeriço e épocas de cultivo. Londrina, 2020.

FV ¹	GL ²	Quadrado Médio ³				
		1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
BLOCO	3	0,001183	0,005023	0,191942	0,143106	0,201075
EPOC	1	0,330625 *	11,13890 *	94,38122 *	395,9105 *	969,3882 *
CULT	1	0,036100 ^{NS}	0,543906 ^{NS}	0,275625 ^{NS}	0,187056 ^{NS}	0,270400 ^{NS}
EPOC*CULT	1	0,015625 ^{NS}	0,357006 ^{NS}	0,164025 ^{NS}	0,007656 ^{NS}	0,435600 ^{NS}
RESÍDUO	9	0,000522 ^{NS}	0,004223 ^{NS}	0,094008 ^{NS}	1,085917 ^{NS}	1,938325 ^{NS}
TOTAL	15					
MÉDIA		0,200000	0,959375	2,518750	5,275625	9,046250
C.V. (%)		10,43	6,77	12,17	9,75	9,39

¹ Fontes de variação: EPOC: Época de cultivo; CULT: Cultivar.

² Graus de liberdade.

³ *: Significativo a 5% de significância; ^{NS}: Não significativo.

Observou-se que o cultivo das cultivares Basilicão e Maria Bonita durante a Primavera/Verão – 2019 proporcionou aumentos significativos na variável massa seca de folhas em todos os cortes (Tabela 4.6).

A cultivar Maria Bonita, embora tenha apresentado menor massa seca da parte aérea, foi estatisticamente igual a cultivar Basilicão para biomassa seca de folhas. Isso mostra que Basilicão desenvolveu maior massa seca de caules ou inflorescências durante os cultivos. Kuhn (2018), após avaliar a produção de fitomassa e o rendimento de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em duas épocas do ano, observou que a massa seca de caule da cultivar Basilicão representou 53,58% do total da massa seca de parte aérea por planta.

Pinto et al. (2018), após pesquisarem sobre o cultivo de diferentes cultivares e híbridos de manjeriço no estado de Sergipe, verificaram que a cultivar Maria Bonita produziu 18,10 g planta⁻¹ de massa seca de folhas durante a Primavera/Verão (época das chuvas) de 2015.

Em todas as cultivares, o cultivo no Outono/Inverno reduziu a massa seca de folhas por planta. Estes resultados corroboram com os de Menegat (2013), que ao estudar o crescimento de *Aloysia triphylla* cultivada nas quatro estações do ano constatou maior massa seca de folhas em cultivos na Primavera e Verão.

Em média a redução da massa seca de folhas em função das épocas de cultivo variou de 16,80 para 1,56 g planta⁻¹ para 'Basilicão' ao 5º corte, o que corresponde a aproximadamente 91% de redução nos rendimentos por planta. Para a cultivar Maria Bonita, a redução no 5º corte foi de 94,25% (Tabela 4.6). A redução da massa seca de folhas ocorrida no Outono/Inverno se dá também pela menor intensidade da radiação luminosa e pelas baixas temperaturas ocorridas no período.

Tabela 4.6 – Valores médios de massa seca de folhas (g planta⁻¹) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) alcançadas nas épocas de cultivo Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

	1º Corte		2º Corte	
	OUT/INV 2019	PRI/VER 2019	OUT/INV 2019	PRI/VER 2019
Basilicão	0,07	0,42	0,16	2,13
Maria Bonita	0,05	0,33	0,09	1,78
Média	0,06 b	0,38 a	0,13 b	1,96 a
C.V. (%)	10,43		6,77	

	3º Corte		4º Corte	
	OUT/INV 2019	PRI/VER 2019	OUT/INV 2019	PRI/VER 2019
Basilicão	0,12	5,18	0,39	10,38
Maria Bonita	0,06	4,64	0,22	10,12
Média	0,09 b	4,91 a	0,30 b	10,25 a
C.V. (%)	10,62		9,75	

	5º Corte	
	OUT/INV 2019	PRI/VER 2019
Basilicão	1,56	16,80
Maria Bonita	0,97	16,87
Média	1,26 b	16,83 a
C.V. (%)	9,39	

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A razão de área foliar (RAF) expressa a área fotossinteticamente útil para a ocorrência da fotossíntese. Foi verificado, neste trabalho, que as cultivares Basilicão e Maria Bonita, durante a Primavera/Verão, apresentaram maior RAF no 1º corte com os valores decrescendo até o 5º corte (Tabela 4.7). Segundo Cairo, Oliveira e Mesquista (2008), o crescimento aumenta a interferência de folhas superiores sobre as inferiores causando auto-sombreamento e diminuição da RAF.

Observou-se que a média geral deste índice fisiológico durante a Primavera/Verão ($1,2058 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$) foi menor que a do Outono/Inverno ($1,2815 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$). De acordo com Benincasa (2003), à medida que se aumenta a intensidade de luz, menor a área foliar (RAF) necessária para produzir um grama de matéria seca.

Tabela 4.7 – Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
PRI/VER 2019 – Basilicão	1,6257	1,2614	1,1287	0,9103	0,8438
PRI/VER 2019 – Maria Bonita	1,5951	1,2653	1,2432	1,1127	1,0718
OUT/INV 2019 – Basilicão	1,2336	1,3977	1,3667	1,5581	1,3561
OUT/INV 2019 – Maria Bonita	0,9275	1,1664	1,1789	1,3081	1,3222

O índice fisiológico taxa de crescimento relativo (TCR) representa a quantidade de material vegetal produzido a partir de uma determinada quantidade de material existente, durante um intervalo de tempo (OLIVEIRA, 2002).

Na Primavera/Verão a TCR, decresceu do 1º ao 5º corte, nas duas cultivares avaliadas, e durante o Outono/Inverno a TCR apresentou valores negativos após a baixa temperatura do ar do dia 06 de julho de 2019 (Tabela 4.8). A TCR varia ao longo do ciclo vegetal, pois depende de dois outros fatores do crescimento: a área foliar útil para a fotossíntese (RAF) e da taxa fotossintética líquida (TAL) (MAGALHÃES, 1986).

Segundo Benincasa (2003), o crescimento ocorrerá se as plantas sintetizarem material suficiente para manutenção das demandas metabólicas já existentes e, também, para armazenar ou promover aumento do material estrutural,

sendo que a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta é em função do tamanho no instante em que se inicia a observação.

Tabela 4.8 – Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
PRI/VER 2019 – Basilicão	0,1190	0,1215	0,0682	0,0592	0,0384
PRI/VER 2019 – Maria Bonita	0,0837	0,1278	0,0833	0,0607	0,0385
OUT/INV 2019 – Basilicão	0,0028	0,0513	-0,0142	0,0724	0,1042
OUT/INV 2019 – Maria Bonita	0,0238	0,0186	-0,0317	0,0920	0,1081

O índice fisiológico taxa de assimilação líquida (TAL) expressa a matéria seca produzida (em gramas), por unidade de área foliar por unidade de tempo, ou seja, é uma estimativa da fotossíntese líquida e depende de fatores ambientais, principalmente da radiação solar (OLIVEIRA, 2015).

Na Primavera/Verão a TAL, assim como a TCR, decresceu do 1º ao 5º corte, nas duas cultivares avaliadas, e durante o Outono/Inverno a TAL apresentou valores negativos após a baixa temperatura do ar do dia 06 de julho de 2019 (Tabela 4.9). Uma vez que a TAL expressa a taxa de fotossíntese líquida, os valores negativos indicam que não houve o crescimento, mas o consumo de reservas através da respiração de manutenção (BENINCASA, 2003; HAY; WALKER, 1989; KRAUSS et al., 1989).

Tabela 4.9 – Taxa de assimilação líquida ($\text{g dm}^2 \text{dia}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2019 (OUT/INV 2019) e Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
PRI/VER 2019 – Basilicão	0,0732	0,0963	0,0604	0,0650	0,0455
PRI/VER 2019 – Maria Bonita	0,0525	0,1010	0,0669	0,0545	0,0359
OUT/INV 2019 – Basilicão	0,0022	0,0367	-0,0100	0,0464	0,0768
OUT/INV 2019 – Maria Bonita	0,0178	0,0160	-0,0269	0,0703	0,0817

4.5.2 Óleo Essencial

A cultivar Maria Bonita apresentou efeitos significativos no rendimento de óleo essencial das plantas de manjeriço nos dois cortes em que se realizaram as extrações. Observou-se que essa cultivar, durante a Primavera/Verão – 2019, proporcionou aumentos no rendimento de óleo volátil de 90,03% e 79,36% no 4º e 5º corte, respectivamente, em relação a cultivar Basilicão (Tabela 4.10).

Segundo Sangwan et al. (2001), a radiação solar é um importante fator associado na produção dos óleos etéreos, por meio da fotossíntese, logo quanto maior a taxa fotossintética da planta, maior será o incremento de folhas e o rendimento de essências. Pinto et al. (2018), ao avaliarem o desempenho de cultivares e híbridos no Sergipe durante a Primavera/Verão, verificaram rendimento de óleo essencial da cultivar Maria Bonita de 23,58 litros por hectare.

Tabela 4.10 – Valores médios de rendimento de óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) e concentração de linalol (%) das cultivares de manjeriço (Basilicão e Maria Bonita) cultivadas na Primavera/Verão – 2019 (PRI/VER 2019). Londrina, 2020.

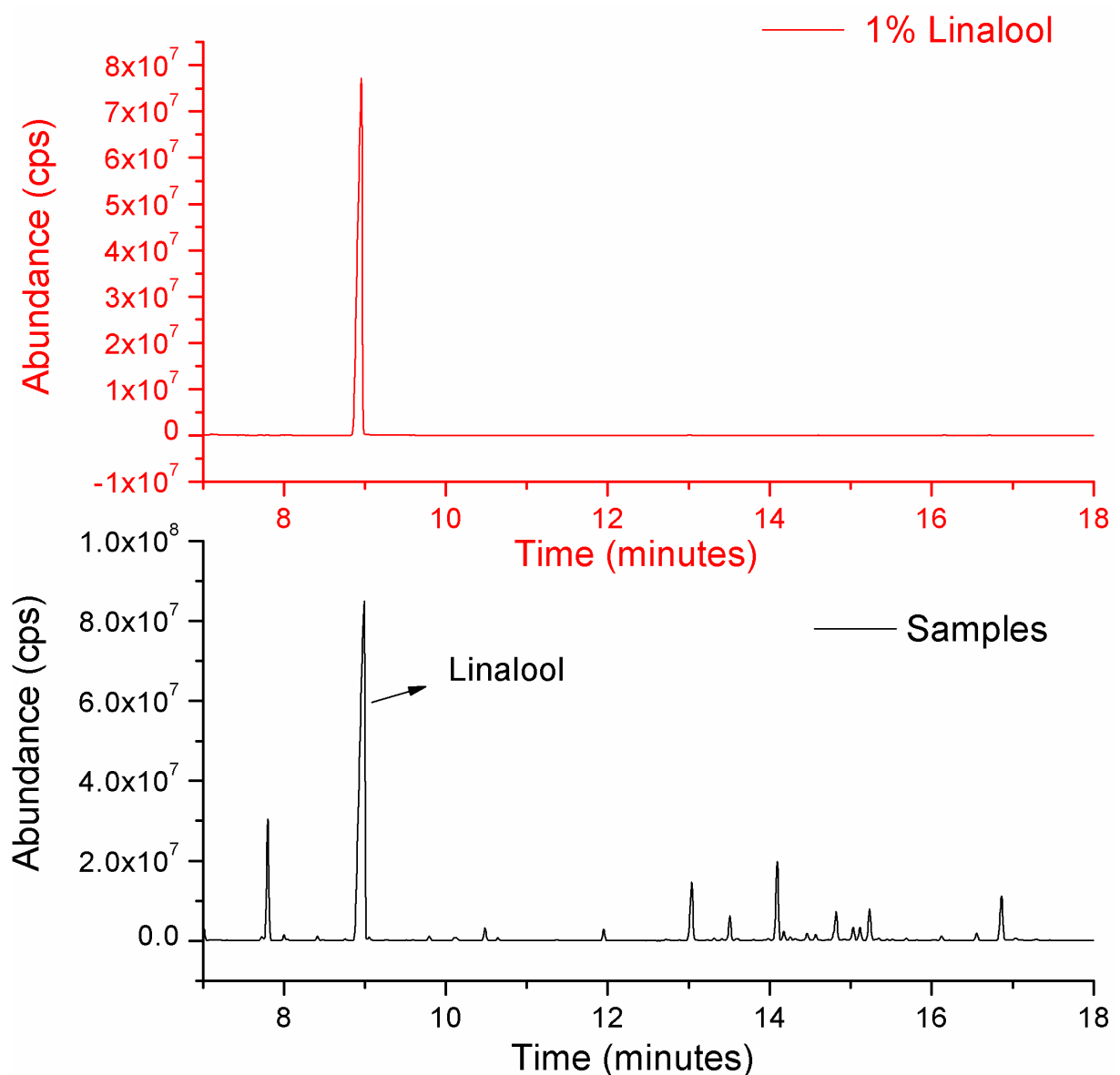
Tratamentos	Rendimento de Óleo Essencial ($L\ ha^{-1}$)		Concentração de Linalol (%)	
	4º Corte	5º Corte	4º Corte	5º Corte
PRI/VER 2019 – Basilicão	6,72 B	11,87 B	44,01 B	45,93 B
PRI/VER 2019 – Maria Bonita	12,77 A	21,29 A	62,23 A	65,21 A
C.V. (%)	8,44	9,12	2,57	2,77

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O cromatograma da amostra do óleo essencial de manjeriço é apresentado na Figura 4.6. Verificou-se que o linalol foi o constituinte majoritário encontrado no óleo volátil da espécie, sendo que seu tempo de retenção foi a aproximadamente nove minutos. Segundo Alves et al. (2015), o óleo etéreo do manjeriço é constituído, predominantemente, por monoterpenos oxigenados como o α -terpineol, eucaliptol, geraniol e linalol. O linalol é um monoterpene alcoólico de cadeia aberta que apresenta alto valor comercial sendo muito aplicado em atividades farmacológicas (ALCÂNTARA et al., 2010).

Observou-se que a concentração de linalol da cultivar Maria Bonita, durante a Primavera/Verão – 2019, proporcionou aumentos de 41,39% e 41,98% no 4º e 5º corte, respectivamente, em relação a cultivar Basilicão (Tabela 4.10). Resultado semelhante ocorreu com Leonardo (2007) onde encontrou óleo essencial com 70% de linalol em plantas de *Ocimum basilicum* L. produzidas em Botucatu.

Figura 4.6 – Cromatogramas do padrão linalol (1%) (Vermelho) e de amostra do óleo essencial de manjeriço (Preto). Londrina, 2020.



A cultivar Maria Bonita foi desenvolvida no programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Sergipe. Apresenta crescimento

ereto, com produtividade média de 20,97 g planta⁻¹ em massa seca de folhas + inflorescências. Suas principais características são o alto teor e rendimento de óleo essencial além de apresentar como constituinte majoritário na essência o linalol (BLANK et al., 2007).

4.6 CONCLUSÕES

As cultivares Basilicão e Maria Bonita apresentam maior desenvolvimento vegetal durante a época de cultivo Primavera/Verão em Londrina, Paraná.

A cultivar Maria Bonita proporciona maior rendimento e concentração de linalol nos óleos essenciais produzidos no período da Primavera/Verão em Londrina, Paraná.

Não se recomenda o cultivo à campo de *Ocimum basilicum* L. no período Outono/Inverno em Londrina, Paraná.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, J. M.; YAMAGUCHI, K. K. L.; JUNIOR, V. F. V.; LIMA, E. S. Composição química de óleos essenciais de espécies de *Aniba* e *Licaria* e suas atividades antioxidante e antiagregante plaquetária. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 141-145, 2010.
- ALVES, M. F.; BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; FONTES, S. S.; JESUS, R. C. H.; ALVES, P. B. Establishment of methodology for drying leaves and storage of essential oil of linalool chemotype *Ocimum basilicum* L.. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 5, p. 1441-1449, 2015.
- AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O.; DAVID, A. M. S. S.; SILVEIRA, J. R.; SILVA NETA, I. C.; MOTA, W. F. Superação de dormência em sementes de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. esp., p. 218-223, 2012.
- BARBIERI, D. J.; BRAGA, L. F.; SOUZA, M. P.; ROQUE, C. G. Análise de crescimento de *Bixa orellana* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 129-138, 2011.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; OLIVEIRA, L. D. M.; SILVEIRA, E. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 26-29, 2008.
- BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; ALVES, P. B.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; MENDONÇA, M. C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 113-116, 2004.
- 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 manjeriço cv Genovese. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 175-180, 2005a.

BLANK, A. F.; FONTES, S. M.; OLIVEIRA, A. S.; MENDONÇA, M. C.; SILVA-MANN, R.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Produção de mudas, altura e intervalo de corte em melissa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 780-784, 2005b.

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

BRASIL. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 71 p.

CAMILO, J. S.; RESENDE, R. F.; LUZ, J. M. Q.; CARDOSO, R. R.; RABELO, P. G.; SILVA, S. M. Produção agrônômica de *Ocimum basilicum* L. em casa de vegetação e a campo na época primavera-verão. **Horticultura Brasileira**, Águas de Lindóia, v. 27, n. 2, p. 4101-4106, 2009.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; BLANK, A. F.; ALVES, P. B.; EHLERT, P. A. D.; MELO, A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 24-30, 2006.

CASTRO, D. M. **Efeito da variação sazonal, colheita selecionada e temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br ex Britt. & Wilson (Verbenaceae)**. 2001. 132 fls. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu.

CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. C. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 1995. p. 102-104.

CHANG, X.; ALDERSON, P. G.; WRIGHT, C. J. Effect of temperature integration on the growth and volatile oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Warwick, v. 80, n. 5, p. 593-598, 2005.

CHARLES, D. J.; SIMON, J. E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. **Journal of the**

American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 115, n. 3, p. 458-462, 1990.

CHAVES, F. C. M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função de adubação orgânica e épocas de corte**. 2002. 160 fls. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

CHOUDHURY, S. M. et al. Effect of sowing on the growth, yield and oil quality of *Ocimum gratissimum* Linn. **Indian Perfum**, v. 30, p. 25-60, 1988.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 162 p.

CORRÊA JUNIOR, C.; SCHEFFER, M. C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 32, n. 3, p.376, 2014.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1984. 6 v.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CZEPAC, M. P. **Produção de óleo bruto e mentol cristalizável em oito frequências de colheita da menta (*Mentha arvensis* L)**. 1996. 45 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ – USP, Piracicaba.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

ERENO, D. Perfume de manjeriço. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, v. 12, n. 120, p. 72-75, 2006.

FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. London: Academic Press, 1979. 302 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. **Codex committee on spices and culinary herbs**. Goa, 2015. 39 p. Disponível em:

<http://ftp.fao.org/codex/meetings/ccsch/ccsch2/sc02_09e.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2016.

FERNANDES, A. R. **Crescimento de cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas em vasos**. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2014.

FERNANDES, P. C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.

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

FERREIRA, S. D.; ECHER, M. M.; BULEGON, L. G.; PASTÓRIO, M. A.; EGEWARTH, V. A.; YASSUE, R. M.; ACHRE, D. Influência da adubação nitrogenada e época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) para fins medicinais. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, 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 Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2016.

GIACOMETTI, D. C. **Ervas condimentares e especiarias**. São Paulo: Nobel, 1989. 158 p.

GRAYER, R. J.; KITE, G. C.; GOLDSTONE, F. J.; BRYAN, S. E.; PATON, A.; PUTIEVSKY, E. Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. **Phytochemistry**, v. 43, n. 5, p. 1033-1039, 1996.

GUPTA, R. Basil (*Ocimum spp.*) G-15 gene banks for medicinal and aromatic plants. **Newsletter**, New York, v. 1, n. 5/6, p. 1-3, 1994.

HAY, K. M.; WATERMAN, P. G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1993. 185 p.

HAY, R. K. M.; WALKER, A. J. **An introduction to the physiology of crop yield**. England: Longman Group, 1989. 292 p.

HEINZMANN, B. M.; SPITZER, V.; SIMÕES, C. M. O. Óleos voláteis. *In*: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 167-184.

HERTWIG, B.; STREB, P.; FEIERABEND, J. Light dependence of catalase synthesis and degradation in leaves and the influence stress conditions. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, n. 3, p. 1547-1553, 1992.

ITC – International Trade Center. **Essential oils and oleoresins**. Disponível em: <http://www.intercen.org>. Acesso em 10 ago. 2017.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12. ed. São Paulo: Nacional, 1998. 777 p.

JUCÁ, E. **Caracterização morfológica e fenológica de oito procedências de basilicão (*Ocimum basilicum* L.), em condições de estufa**. 2000. 36 fls. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.

JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p.

KHOSLA, M. K.; SOBOTI, S. N. Karyomorphological studies in genus *Ocimum* II. Sanctum group. **Cytologia**, Tokyo, v. 50, n. 2, p. 253-263, 1985.

KOKETSU M.; GONÇALVES S. L. **Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 24p. 1991.

KRAUSS, E.; WILSON, D.; ROBSON, M. J. Respiration: correlation with growth rate and its quantitative significance for ne assimilation rate and biomass production. *In*: LAMBERS, H.; CAMBRIDGE, M. L.; KONINGS, H. **Causes and consequences of variation in growth and productivity of higher plants**. Hague: Netherlands, 1989. p. 187-198.

KUHN, A. W. **Manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes períodos de estresse salino: fitomassa, fitoquímica e citogenotoxicidade**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

LAWRENCE, B. M. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. In: JANICK, J.; SIMON, J. **New crops**. New York: Wiley, 1993. p. 620-627.

LAWRENCE, B. M. **Mint: the genus mentha**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007. 547 p.

LEONARDO, M. **Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L.** 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2007.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: UFV, 2015. 492 p.

LOPES, N. P.; KATO, M. J.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; YOSHIDA, M. et al. Circadian and seasonal variation in the essential oil from *Viola surinamensis* leaves. **Phytochemistry**, v. 46, n. 4, p.689-693, 1997.

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

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

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986. p. 331-350.

MAROTTI, M.; PICCAGLIA, R.; GIOVANELLI, E. Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 12, p. 3926-3929, 1996.

MARQUES, M. O. M.; FACANALI, R.; VIEIRA, M. A. R.; HABER, L. L. Óleos essenciais. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. L. **Plantas Aromáticas e Condimentares: uso aplicado na horticultura**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 129-149.

MENEGAT, N. R. V. **Efeito do sombreamento e da variação estacional sobre o crescimento e produção de óleo essencial em *Aloysia triphylla***. 2013
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2013.

MING, L. C. **Plantas medicinais e aromáticas: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. 217 p.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 5, p. 616-619, 1998.

MORAIS, T. P. S. **Produção e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob doses de cama-de-frango**. 2006. 72 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

NATION, R. G.; JANICK, J.; SIMON, J. E. Estimation of outcrossing in basil. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 11, p. 1221-1222, 1992.

NOLASCO, F. **Deficiências nutricionais em manjeriço (*Ocimum* spp.), sob hidroponia**. 1996. 19 fls. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, E. C. **Crescimento, desenvolvimento e produção de mandioca em função da arquitetura das plantas, densidade populacional e época de colheita**. 2015 Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C.; FREITAS, R. B. **Análise de crescimento de plantas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 9 p.

OZEK, T.; BEIS, S. H.; DEMIRÇAKMAK, B.; BASER, K. H. C. Composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Turkey. **Journal of Essential Oil Research**, v. 7, n. 2, p. 203-205, 1995.

PALADA, M. C.; CROSSMAN, S. M. A.; KOWALSKI, J. A.; COLLINGWOOD, C. D. Evaluation of organic and synthetic mulches for basil production under drip irrigation. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 6, n. 4, p. 39-48, 1999.

PATON A.; HARLEY, R. M.; HARLEY, M. M. *Ocimum*: an overview of relationships and classification. In: HOLM, Y.; HILTUNEN, R. ***Ocimum medicinal and aromatic plants: industrial profiles***. Amsterdam: Harwood Academic, 1999. p. 1-389.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; NAVA, G. A. Teor e composição química de óleo essencial de cidró em função da sazonalidade e horário de colheita. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 2, p. 203-209, 2013.

PINTO, J. A. O.; BLANK, A. F.; ANDRADE, T. M.; FILHO, J. C. F. S.; NASCIMENTO, L. F. A.; SILVA, D. C.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Cropping season affect the performance of basil cultivars and hybrids. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 34, n. 3, p. 640-647, 2018.

PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; DUDAI, N. The influence of season and harvest frequency on essential oil and herbal yields from a pure clone of sage (*Salvia officinalis* L.), grown under cultivated conditions. **Journal of Natural Products**, v. 49, n. 2, p.326-329, 1986.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

RANDÜNZ, L. L. **Efeito da temperatura do ar de secagem no teor e na composição dos óleos essenciais de guaco (*Milkenia glomerata* Sprengel) e hortelã-comum (*Mentha x villosa* Huds)**. 2004. 90 fls. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

REIS, A.; MIRANDA, B. E. C.; BOITEUX, L. S. Murcha do manjeriçõ (*Ocimum basilicum*) no Brasil: agente causal, círculo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 137-141, 2007.

RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Plantas aromáticas e medicinais - cultivo e utilização**. Londrina: Iapar, 2008. 218 p.

ROQUE, O. L. R. Composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivado. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v. 15, n. 1, p. 47-51, 1991.

SANGWAN, N. S.; FAROOQI, A. H. A.; SHABIH, F.; SANGWAN, R. S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth regulation**, Dordrecht, v. 34, p. 3-21, 2001.

SELMAR, D.; KLEINWÄCHTER, M. Stress enhances the synthesis of secondary plant products: The impact of the stress-related over-reduction on the accumulation of natural products. **Plant Cell Physiology**, Oxford, v. 54, n. 6, p. 817-826, 2013.

SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. Produção de óleos essenciais: uma alternativa para a agroindústria nacional. In SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 333-377.

SILVA, F.; SANTOS, R. H. S.; ANDRADE, N. J.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; LIMA, R. R.; PASSARINHO, R. V. M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 323-328, 2005.

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 Medicináveis**, Botucatu, v. 14, especial, p.188-191, 2012.

SIMON, J. E. Essential oils and culinary herbs. In: JANICK J.; SIMON, J. **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p. 472-484.

SIMON, J. E. **Basil**. West Lafayette: Purdue University, 1995. 6p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. p. 467-496.

SKRUBIS, B.; MARKAKIS, P. The effect of photoperiodism on the growth and the essential oil of *Ocimum basilicum* (Sweet Basil). **Economic Botany**, New York, v. 30, n. 4, p. 389-393, 1976.

SOARES, R. D.; CHAVES, M. A.; SILVA, A. A. L.; SILVA, M. V.; SOUZA, B. S. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1108-1113, 2007.

SOUZA, J. R. P.; ROCHA, J. N.; MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; JOHANSSON, L. A. P. S.; MIRANDA, L. V. Desenvolvimento da espinheira-santa sob diferentes

intensidades luminosas e níveis de poda. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 40-44, 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

SUH, E. J.; PARK, K. W. Composition and content of essential oil in hydroponically-grown basils at different seasons. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Seoul, v. 40, n. 3, p. 331-335, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, J. P. F. et al. Óleo essencial de duas variedades de manjeriço em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 18, suplemento especial, p. 982-983, 2000.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium: compêndio de fitoterapia**. 2. ed. Curitiba: Herbarium Laboratório Botânico, 1995. p.19-21.

UMERIE, S. C.; ANASO, H. U.; ANYASORO, L. J. C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. **Bioresource Technology**, Oxon, v. 64, n. 3, p. 237-239, 1998.

USDA. **Boosting Basil in Mississippi**. 2008. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2008/080422.htm>>. Acesso em: 10 set. 2017.

VANDERLINDE, F. A.; COSTA, E. A.; D'ANGELO, L. C. A. Atividades farmacológicas gerais e atividade antiespasmódica do extrato etanólico de *Ocimum selloi* Benth, (elixir paregórico). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 1994, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFCE, 1994.

VERMA, R. S.; PADALIAB, R. C.; CHAUHANA, A. 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**, New York, v. 92, n. 3, p. 626-631, 2012.

VILHA, A. M.; BARATA, L. E. S.; CARVALHO, R. Q. **Oportunidades para o setor de óleos essenciais a partir da indústria de higiene, perfumaria e cosméticos: explorando convergências estratégicas e propostas para competitividade**. 2004.

Disponível em:

<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/result_trabs.php?cod=247>. Acesso em: 15 set. 2017.

WATERMAN, P. G. The chemistry of volatile oils. In: HAY, K. M.; WATERMAN, P. G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry, and production**. Harlow: Longman, Scientific & Technical, 1993. p. 47-61.

WERKER, E.; PUTIEVSKY, U. R.; DUDAI, N.; KATZIR, I. Glandular hairs and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). **Annals of Botany**, London, v. 71, n. 1, p. 43-50, 1993.

YOKOTA, L. H. T.; IOSSAQUI, C. G.; HOSHINO, E. A.; SOUZA, J. R. P. Adubação foliar no desenvolvimento e produção de óleo essencial de manjeriço. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 975-979, 2015.

APÊNDICES

Durante os meses de julho de 2018 a fevereiro de 2019 foi realizado a análise de crescimento de cinco cultivares comerciais de manjeriço (Alfavaca Verde, Basilicão, Gennaro, Manjeriço e Sabory) cultivadas no Outono/Inverno de 2018 e na Primavera/Verão de 2018/2019. Cinco cortes foram efetuados (14, 28, 42, 56 e 70 DAT). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial 5 x 2. Foram calculados os seguintes índices fisiológicos: razão de área foliar, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo.

APÊNDICE A

Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Alfavaca Verde, Basilicão, Gennaro, Manjeriço e Sabory) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2018 (OUT/INV 18) e Primavera/Verão – 2018/2019 (PRI/VER 18/19). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
	14 DAT	28 DAT	42 DAT	56 DAT	70 DAT
OUT/INV 18 – Alfavaca Verde	1,2483	1,4259	1,4217	1,2827	1,1190
OUT/INV 18 – Basilicão	1,3179	1,5311	1,4355	1,1889	1,0055
OUT/INV 18 – Gennaro	1,2615	1,4445	1,3904	1,3657	1,2160
OUT/INV 18 – Manjeriço	1,1308	1,4937	1,4488	1,3375	1,2227
OUT/INV 18 – Sabory	1,1436	1,4871	1,4085	1,3191	1,2506
PRI/VER 18/19 – Alf. Verde	1,5393	1,4246	1,2099	1,1211	0,8960
PRI/VER 18/19 – Basilicão	1,4065	1,2989	1,2612	1,1694	0,7714
PRI/VER 18/19 – Gennaro	1,3419	1,3304	1,3251	1,1970	0,8418
PRI/VER 18/19 – Manjeriço	1,5244	1,4346	1,3757	1,2562	0,7654
PRI/VER 18/19 – Sabory	1,5075	1,4260	1,3302	1,2221	0,9547

^{DAT}: Dias após o transplântio.

APÊNDICE B

Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Alfavaca Verde, Basilicão, Gennaro, Manjeriço e Sabory) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2018 (OUT/INV 18) e Primavera/Verão – 2018/2019 (PRI/VER 18/19). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
	14 DAT	28 DAT	42 DAT	56 DAT	70 DAT
OUT/INV 18 – Alfavaca Verde	0,0087	0,0993	0,0771	0,0667	0,0629
OUT/INV 18 – Basilicão	0,0199	0,0966	0,0842	0,0657	0,0540
OUT/INV 18 – Gennaro	0,0143	0,0972	0,0601	0,0567	0,0494
OUT/INV 18 – Manjeriço	0,0083	0,0902	0,0710	0,0614	0,0605
OUT/INV 18 – Sabory	0,0026	0,0874	0,0700	0,0643	0,0465
PRI/VER 18/19 – Alf. Verde	0,0152	0,1420	0,1197	0,0483	0,0470
PRI/VER 18/19 – Basilicão	0,0465	0,1551	0,0760	0,0691	0,0575
PRI/VER 18/19 – Gennaro	0,0296	0,1517	0,0871	0,0781	0,0442
PRI/VER 18/19 – Manjeriço	0,0314	0,1158	0,0928	0,0908	0,0575
PRI/VER 18/19 – Sabory	0,0095	0,1709	0,0898	0,0565	0,0541

^{DAT}: Dias após o transplântio.

APÊNDICE C

Taxa de assimilação líquida ($\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$) das cultivares de manjeriço (Alfavaca Verde, Basilicão, Gennaro, Manjeriço e Sabory) em função do cultivo no Outono/Inverno – 2018 (OUT/INV 18) e Primavera/Verão – 2018/2019 (PRI/VER 18/19). Londrina, 2020.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte
	14 DAT	28 DAT	42 DAT	56 DAT	70 DAT
OUT/INV 18 – Alfavaca Verde	0,0070	0,0468	0,0887	0,0601	0,0442
OUT/INV 18 – Basilicão	0,0151	0,0376	0,0961	0,0708	0,0429
OUT/INV 18 – Gennaro	0,0113	0,0415	0,0699	0,0494	0,0342
OUT/INV 18 – Manjeriço	0,0073	0,0424	0,0738	0,0531	0,0405
OUT/INV 18 – Sabory	0,0022	0,0497	0,0662	0,0514	0,0313
PRI/VER 18/19 – Alf. Verde	0,0106	0,0990	0,0922	0,0525	0,0431
PRI/VER 18/19 – Basilicão	0,0331	0,1194	0,0895	0,0650	0,0456
PRI/VER 18/19 – Gennaro	0,0220	0,1145	0,0927	0,0655	0,0369
PRI/VER 18/19 – Manjeriço	0,0206	0,1213	0,0807	0,0660	0,0458
PRI/VER 18/19 – Sabory	0,0063	0,1198	0,0675	0,0592	0,0443

^{DAT}: Dias após o transplante.