



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**USO DE BIOESTIMULANTE E REGULADORES VEGETAIS
NO DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO
ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

Londrina
2015

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**USO DE BIOESTIMULANTE E REGULADORES VEGETAIS
NO DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO
ESSENCIAL DE MANJERICÃO**

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

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

Co-Orientador: Prof. Dr. José Carlos Vieira de Almeida.

Londrina
2015

**Catlogação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Y54u Yokota, Luiz Henrique Tutida.

Uso de bioestimulante e reguladores vegetais no desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de manjeriço / Luiz Henrique Tutida Yokota. – Londrina, 2015. 60 f. : il.

Orientador: José Roberto Pinto de Souza.

Coorientador: José Carlos Vieira de Almeida.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015. Inclui bibliografia.

1. Manjeriço – Teses. 2. Plantas – Efeito da auxina – Teses. 3. Giberelina – Teses. 4. Plantas aromáticas – Rendimento – Teses. I. Souza, José Roberto Pinto de. II. Almeida, José Carlos Vieira de. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 635.71

LUIZ HENRIQUE TUTIDA YOKOTA

**USO DE BIOESTIMULANTE E REGULADORES VEGETAIS NO
DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE
MANJERICÃO**

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

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Roberto Pinto de Souza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos
Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

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

Londrina, 20 de fevereiro de 2015.

A Deus.

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais: Iraci Tutida e Oswaldo Yokota agradeço por todo apoio, dedicação, esforço e incentivo que sempre tiveram durante a minha formação.

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

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

Ao professor Dr. José Carlos Vieira de Almeida, pela co-orientação na condução deste trabalho e pela inestimável colaboração na análise das amostras.

À comissão examinadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos e Prof. Dr. João Carlos Athanázio agradeço pela participação na avaliação da dissertação de mestrado.

À professora Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca pela atenção e auxílio prestado nas análises estatísticas.

Aos meus familiares: Carlos Tutida, Guilherme Tutida, Nobor Yokota e Thais Maciel Tutida agradeço pela colaboração durante a condução do experimento.

Aos amigos: André Luis da Silva, Artur Kikuchi Bagatin, Camila Gonçalves Iossaqui, Emerson Akira Hoshino, Jean Carlo Santos de Oliveira e Silvia Carolina Muramoto Hoshino agradeço pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho, companheirismo e amizade.

Aos funcionários: Cícero Carreteiro Hernandez, Geraldo Lopes da Silva, Idael Jerônimo da Silva e José Vicentini Neto agradeço pela ajuda prestada no experimento.

Ao Engenheiro Agrônomo Jorge Shimomura (*in memoriam*) pelo auxílio no fornecimento de produtos.

À Laborsolo pela colaboração na análise química das amostras.

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

YOKOTA, Luiz Henrique Tutida. **Uso de bioestimulante e reguladores vegetais no desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de manjeriço**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2015.

RESUMO

Atualmente é significativa a participação dos pequenos produtores em atividades agropecuárias, porém ainda é pequeno o número de produtores que aproveitam todas as potencialidades de sua produção. O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares tem-se mostrado importante alternativa para os pequenos agricultores. O valor de uma planta condimentar está quase sempre associado ao teor de óleos essenciais. Um componente químico muito valorizado e presente nos óleos essenciais é o linalol. Por muitos anos a principal fonte natural do linalol foi o pau-rosa. Com o risco eminente de extinção dessa espécie, o manjeriço passou a ser uma alternativa para a obtenção do linalol. A grande demanda que ocorre por plantas aromáticas e condimentares tem estimulado muitos produtores a iniciar o seu cultivo, porém, poucos estão obtendo êxito. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito de diferentes reguladores vegetais (aplicados de forma isolada e combinada) e bioestimulante no desenvolvimento e no rendimento de óleo essencial das plantas de manjeriço e analisar o desenvolvimento destas quando são submetidas a sucessivos cortes. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 + 3$, sendo 11 tratamentos (ácido indolbutírico (AIB) 10 mg L^{-1} ; ácido giberélico (GA_3) 10 mg L^{-1} ; cinetina (KIN) 18 mg L^{-1} ; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; $\text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; testemunha (água destilada); bioestimulante (diluído cinco vezes); testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes (diluição 1%); testemunha com adubação de cobertura de sulfato de amônio (250 kg ha^{-1})) e cinco repetições. Foram realizados três cortes aos 40, 80 e 120 dias após o transplante. A cada corte foi avaliada a altura da planta, área foliar, massa seca de folhas e rendimento de óleo essencial. Os resultados mostraram que as aplicações isoladas e combinadas dos reguladores vegetais, como também a utilização do bioestimulante proporcionam efeitos semelhantes na altura da planta, na área foliar, na massa seca de folhas e no rendimento de óleo essencial das plantas de manjeriço em relação às adubações de cobertura e foliar com macro e micronutrientes. As plantas de manjeriço apresentaram quedas significativas no desenvolvimento e no rendimento de óleo essencial a partir do 3º corte.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L.. Auxina. Citocinina. Giberelina. Produtividade.

YOKOTA, Luiz Henrique Tutida. **The use of biostimulant and plant regulators in the development and basil essential oil performance.** 2015. 60 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2015.

ABSTRACT

Currently, the participation of small farmers in agricultural activities is significant, but the number of producers that take the advantage of the full potential of their production is still small. The cultivation of medicinal, aromatic and culinary plants has been shown to be an important alternative for small farmers. The value of a culinary plant is almost always associated with the essential oil content. A chemical highly valued and present in essential oils is linalool. For many years the main natural source of linalool was rosewood. With the imminent risk of extinction of this species, basil has become an alternative for obtaining linalool. The great demand occurring because of aromatic and culinary plants has encouraged many farmers to start growing it, but few are succeeding. The objectives of this study were to evaluate the effect of different plant growth regulators (applied alone and combined) and biostimulants in the development and production of essential oils from basil plants and analyze the development of these when they are subjected to successive cuts. The experimental design was a randomized blocks in factorial scheme $2 \times 2 \times 2 + 3$, being 11 treatments (indolbutiric acid (AIB) 10 mg L^{-1} ; gibberellic acid (GA_3) 10 mg L^{-1} ; kinetin (KIN) 18 mg L^{-1} ; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN} 18 \text{ mg L}^{-1}$; $\text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN} 18 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN} 18 \text{ mg L}^{-1}$; control (distilled water), biostimulant (diluted five times); control with foliar fertilization of macro and micronutrients (dilution 1%); control with ammonium sulfate coverage fertilization (250 kg ha^{-1}) and five replications. Three cuts were performed at 40, 80 and 120 days after transplanting. At each cut, it was evaluated the plant height, leaf area, dry mass of leaves and essential oil content. The results showed that the isolated and combined applications of the plant growth regulators as well as the use of biostimulant provide similar effects on plant height, leaf area, dry mass of leaves and the content performance of essential oil from basil plants in relation to the coverage and foliar fertilization with macro and micronutrients. The basil plants showed significant declines in the development and in the content performance of the essential oil from the 3rd cut.

Keywords: *Ocimum basilicum* L. Auxin. Cytokinin. Gibberellin. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Precipitação e temperatura média registradas no município de Londrina-PR, durante o período de novembro/2013 a março/2014. Londrina, 2014.29
- Figura 2** – Produção de mudas de manjerição e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2014.30
- Figura 3** – Esquema do delineamento experimental utilizado no experimento. Londrina, 2014.32
- Figura 4** – Cronograma de cortes e de pulverizações dos tratamentos aplicados no experimento. Londrina, 2014.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental para o cultivo de manjeriço. Londrina, 2014.....	31
Tabela 2 – Caracterização química do solo da área experimental após o 3º corte das plantas de manjeriço. Londrina, 2014.....	31
Tabela 3 – Composição do bioestimulante. Londrina, 2014.	32
Tabela 4 – Teor de macro e micronutrientes presentes no fertilizante foliar utilizado no experimento. Londrina, 2014.....	32
Tabela 5 – Análise de variância para a variável altura da planta em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.	34
Tabela 6 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) via foliar. Londrina, 2014.	35
Tabela 7 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	36
Tabela 8 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	36
Tabela 9 – Altura (cm) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.	37
Tabela 10 – Análise de variância para a variável área foliar em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.	38
Tabela 11 – Área foliar (cm ²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) via foliar. Londrina, 2014.	39
Tabela 12 – Área foliar (cm ²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	39

Tabela 13 – Área foliar (cm ²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	40
Tabela 14 – Área foliar (cm ²) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.	40
Tabela 15 – Análise de variância para a variável massa seca de folhas em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.	41
Tabela 16 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) via foliar. Londrina, 2014.	42
Tabela 17 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	42
Tabela 18 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	43
Tabela 19 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.	43
Tabela 20 – Análise de variância para a variável rendimento de óleo essencial em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.	44
Tabela 21 – Rendimento de óleo essencial (L ha ⁻¹) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L ⁻¹ de ácido giberélico (GA ₃) via foliar. Londrina, 2014.	45
Tabela 22 – Rendimento de óleo essencial (L ha ⁻¹) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L ⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	45

Tabela 23 – Rendimento de óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de $10\ mg\ L^{-1}$ de ácido giberélico (GA_3) e $18\ mg\ L^{-1}$ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.	46
Tabela 24 – Rendimento de óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	A FAMÍLIA LAMIACEAE	14
2.2	O GÊNERO <i>OCIMUM</i>	14
2.3	MANJERICÃO (<i>OCIMUM BASILICUM</i> L.)	15
2.4	ÓLEOS ESSENCIAIS	16
2.4.1	Óleo Essencial de Manjeriçã.....	17
2.4.2	Importância Econômica dos Óleos Essenciais	19
2.5	REGULADORES VEGETAIS	20
2.5.1	Auxinas	20
2.5.2	Citocininas	21
2.5.3	Giberelinas.....	23
2.6	BIOESTIMULANTES.....	24
3	ARTIGO	26
3.1	RESUMO	26
3.2	ABSTRACT	27
3.3	INTRODUÇÃO.....	28
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.5.1	Altura da Planta	34
3.5.2	Área Foliar	38
3.5.3	Massa Seca de Folhas	41
3.5.4	Rendimento de Óleo Essencial.....	44
3.6	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, é significativa a participação dos pequenos produtores em atividades agropecuárias, sendo eles os responsáveis pela maior parte da produção dos alimentos que se destina aos mercados consumidores.

Apesar do desenvolvimento tecnológico e da maior disponibilidade de informações, ainda é pequeno o número de produtores que aproveitam todas as potencialidades de sua produção. É necessário que esses conhecimentos sejam gerados e difundidos aos pequenos agricultores tornando-os mais competitivos, rentáveis e assim evitem o êxodo rural.

Uma alternativa para esses agricultores é o cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, já que elas são importantes opções para diversificar as propriedades e podem atingir maiores cotações quando cultivadas na forma orgânica.

O valor de uma planta condimentar está quase sempre associado ao teor de óleos essenciais. 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.

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 manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) passou a ser uma alternativa para a obtenção do linalol, como também uma opção de cultivo para o pequeno produtor.

A grande demanda que ocorre por plantas aromáticas e condimentares tem estimulado muitos produtores a iniciar o seu cultivo, porém, poucos estão obtendo êxito. A falta de domínio tecnológico das etapas de desenvolvimento das plantas levará, provavelmente, a baixos rendimentos na produção de óleo essencial, como também na baixa qualidade da biomassa.

A utilização de substâncias ativas que aumentam o crescimento e a produtividade é de grande interesse econômico. Os reguladores vegetais são usados na agricultura devido à influência positiva no aumento e na qualidade das colheitas, sendo amplamente testados em frutíferas, graníferas e hortaliças. A

aplicação exógena de reguladores vegetais pode modificar o desenvolvimento da planta, a produtividade e também aumentar ou diminuir o teor e os constituintes do óleo essencial. Sabe-se que dificilmente os hormônios vegetais agem isoladamente. Trabalhos têm evidenciado a existência de interações entre dois ou mais hormônios. Além do uso dos reguladores vegetais, produtos como os bioestimulantes estão em destaque. Bioestimulante é a mistura de reguladores vegetais ou de um ou mais reguladores com outros compostos de natureza bioquímica diferente.

O interesse em espécies vegetais que produzam óleo essencial traz também a necessidade de realizar pesquisas sobre a capacidade de produção dessas plantas quando são submetidas a muitas colheitas.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito de diferentes reguladores vegetais (aplicados de forma isolada e combinada) e bioestimulante no desenvolvimento e no rendimento de óleo essencial das plantas de manjeriço e analisar o desenvolvimento destas quando são submetidas a sucessivos cortes.

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, *Salvia officinalis* L. (sálvia), *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), *Mentha sp* (hortelã), *Thymus vulgaris* (tomilho), *Lavandula angustifolia* Mill. (alfazema), *Salvia splendens* Sellow ex Roem. (sangue de adão), *Salvia guaranitica* A. St.Hill.- ex Benth. (sálvia-azul) e *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) (JUDD, 1999).

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; SVOBODA, 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 frequentemente 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 conhecida como ioruba; na Argentina e Venezuela, como albahaca; no Haiti, como 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).

Existe muita controvérsia sobre o centro de origem do manjericão. Segundo Paton, Harley e Harley (1999), a maioria das espécies pode ser encontrada nas florestas tropicais da África, no entanto, além do continente africano, Ásia e América do Sul (Brasil) são os principais centros de diversidade do gênero.

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 provocam queima e a morte da planta (RIBEIRO; DINIZ, 2008). O manjericão é considerado como espécie intermediária com relação ao fotoperíodo (SKRUBIS; MARKAKIS, 1976) e apresenta alta taxa de fecundação cruzada (NATION; JANICK; SIMON, 1992).

Quanto ao desenvolvimento da planta, a espécie pode ser tanto anual como perene, dependendo do clima, das diferentes cultivares ou das variedades (GARLAND, 1989; HERTWIG; STREB; FEIERABEND, 1992; CASTRO; CHEMALE, 1995; CORRÊA JR.; MING; SCHEFFER, 1998).

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 micro 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.

De acordo com Ming (1998), 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. Em 1988, os Estados Unidos da América importaram 1806 toneladas de manjeriço (folhas secas e óleo essencial), equivalente a 2,5 milhões de dólares (SIMON, 1990). Já em 2000, as importações de manjeriço foram avaliadas em cerca de 5,6 milhões de dólares (USDA, 2008).

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 (MAROTTI; PICCAGLIA; GIOVANELLI, 1996; BLANK et al., 2004).

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

A ISO (Internacional Standard Organization), citada por Simões e Spitzer (2000), define que óleos essenciais são substâncias voláteis, odoríferas e líquidas, obtidos de partes das plantas através de destilação por arraste com vapor d'água e podem ser chamados também de óleos etéreos ou essências. A sua produção, nas plantas, normalmente está associada à presença de estruturas secretoras especializadas, como os tricomas glandulares (FAHN, 1979).

Seus constituintes são bastante variados: hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres,

óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, até compostos com enxofre, sendo os óleos obtidos classificados como fitogênicos (SIMÕES; SPITZER, 2000).

Os fenilpropenos e terpenos são os compostos mais comuns encontrados em óleos essenciais do gênero *Ocimum* (WATERMAN, 1993). O primeiro é derivado da rota metabólica do ácido chiquímico, sendo seus maiores constituintes o cinamato de metila, eugenol, metil-chavicol, e metil-eugenol. Já o segundo, é proveniente da rota metabólica do ácido mevalônico sendo o geraniol e o linalol os componentes majoritários (MAZUTTI et al., 2006).

Existem diversos métodos para a extração do óleo essencial. O método de extração por fluido supercrítico permite obter o produto (óleo essencial) isento de solventes sendo extraído em condições brandas mantendo a integridade dos constituintes do óleo essencial. A técnica de enfloração é utilizada para espécies aromáticas que apresentam óleo essencial com alto valor comercial e baixo rendimento. O método de prensagem a frio é comumente empregado para extração do óleo essencial de frutos cítricos. Os métodos de hidrodestilação e arraste a vapor são os mais utilizados (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

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 manjeriço passou a ser uma opção na obtenção do linalol.

2.4.1 Óleo Essencial de Manjeriço

O óleo essencial de manjeriço é muito valorizado no mercado internacional e amplamente utilizado nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e de perfumaria, além de apresentar propriedades fungicidas, inseticidas, nematocidas, 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 manjeriço 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 manjeriço foram: eugenol, geranial, geraniol, linalol, metil-chavicol e metil-eugenol.

O constituinte majoritário do óleo de manjeriço é o linalol. 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).

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.

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). 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 os maiores rendimentos do óleo essencial foram obtidos quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar igual a 40° C.

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. Nos últimos anos importou-se U\$ 10,8 milhões contra U\$ 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 preço do óleo essencial do manjeriço, no mercado internacional, pode chegar a U\$ 110,00 o litro. Assim, os

autores sugerem a implantação da cultura do manjeriço como promissora alternativa de renda para os trabalhadores rurais.

2.5 REGULADORES VEGETAIS

Hormônio vegetal é um composto orgânico, não nutriente, produzido em baixas concentrações nas plantas que promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal (CASTRO; VIEIRA, 2001). Já os reguladores vegetais, segundo os mesmos autores, são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente promovem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos.

Os reguladores vegetais são bastante utilizados na agricultura com a finalidade de aumentar a produção como também melhorar a qualidade e facilitar a colheita (NICKELL, 1982; CASTRO; MELOTTO, 1989). Essas substâncias podem ser aplicadas diretamente em folhas, frutos ou sementes e são muito estudadas em diversas espécies de importância econômica (AUDUS, 1972; CASTRO; MELOTTO, 1989).

Segundo Cato (2006), dificilmente os hormônios vegetais agem isoladamente, mesmo quando algum efeito no vegetal é atribuído à aplicação de um único regulador vegetal. Trabalhos em tecidos vegetais e em plantas intactas mostraram a existência de interações sinérgicas, aditivas e antagônicas entre dois ou mais hormônios vegetais.

A aplicação de reguladores vegetais pode modificar o comportamento da planta, a sua produtividade e também aumentar ou diminuir o teor de óleo essencial (SHUKLA; FAROOQI, 1990), assim a busca por substâncias que possam incrementar a produção das plantas medicinais e aromáticas, objetivando a produção de óleos essenciais é de suma importância, principalmente por muitas indústrias nacionais importarem 80% da matéria-prima que necessitam (MING, 1998).

2.5.1 Auxinas

A auxina é considerada um agente químico sinalizador que regula o desenvolvimento vegetal, sendo o primeiro hormônio descoberto em plantas. A

auxina mais comum, de ocorrência natural, é o ácido indolil-3- acético (AIA). Elas promovem o crescimento das plantas, principalmente através do alongamento celular (CROCOMO; CABRAL, 1988; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Existem várias substâncias sintéticas que apresentam atividade semelhante a auxina endógena (AIA) como o ácido naftalenacético, o ácido 2,4-diclorofenoxiacético e o ácido indolbutírico (AIB) (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Os principais efeitos fisiológicos das auxinas são: alongação celular; crescimento do caule, das folhas e da raiz; produção de raízes adventícias; dominância apical; diferenciação dos tecidos vasculares; embriogênese; produção de etileno; desenvolvimento dos frutos e partenocarpia (ARTECA, 1996; SANCHES, 2000; SANTOS et al., 2000; BRITO; MONTEIRO; KLUGE, 2002; DEFAVARI; MORAES, 2002a, b; SANTOS; DOMINGUES, 2002; CATO, 2006; FLOSS, 2006).

Cato (2006) trabalhou com aplicações isoladas e combinadas de AIB, GA₃ e KIN em tomate e constatou que as plantas apresentavam ausência de brotações laterais (dominância apical) quando sujeitas a aplicações isoladas de AIB na concentração de 5 mg L⁻¹.

Em plantas de *Salvia officinalis* L., Povh (2008) trabalhou com diferentes reguladores vegetais e bioestimulantes e detectou que a aplicação de AIB proporcionou a maior área foliar e massa seca de folhas.

As auxinas também estão relacionadas com a síntese e a composição do óleo essencial em plantas medicinais e aromáticas. Trease e Evans (1978) detectaram que a aplicação de auxina aumentou a produção de óleo essencial em *Mentha piperita*.

Mahmoud e Shetty (1996) verificaram que a aplicação de ácido indol-3- acético (AIA) promoveu aumento no teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum basilicum* L..

2.5.2 Citocininas

As citocininas atuam na regulação de muitos processos fisiológicos da planta, como a divisão celular, o retardamento da senescência foliar, a indução de partenocarpia em frutos, a maturação dos cloroplastos, a quebra de dormência de sementes e controlam a dominância apical favorecendo o desenvolvimento de

gemas laterais e brotações (CROCOMO; CABRAL, 1988; MOK, 1994; VIEIRA; MONTEIRO, 2002; DAVIES, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Povh (2004) verificou aumento da área foliar de plantas de *Salvia officinalis* L. quando tratadas com benzilamino-purina (BAP) a 100 mg L⁻¹. A influência das citocininas sobre plantas de *Mentha piperita* foi estudada por Zlatev et al. (1978), que constataram aumento no rendimento de massa verde.

A cinetina, uma citocinina sintética, induz o crescimento não somente através da divisão celular, mas também através de alongamento celular (CASTRO; VIEIRA, 2001). Sheheed et al. (1990), detectaram aumento do crescimento das plantas de *Ocimum basilicum* L. com a aplicação de 50 mg L⁻¹ de cinetina.

A aplicação exógena de cinetina também é capaz de promover a expansão celular em folhas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Em plantas de *Phaseolus vulgaris* L., Chaudhry e Qurat-ul-Ain (2003) observaram que a aplicação de 50 mg L⁻¹ de cinetina aumenta a área foliar.

Barreiro (2006) testou diferentes reguladores vegetais e detectou que plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com cinetina apresentam maior massa seca foliar.

Em plantas medicinais e aromáticas, a citocinina também promove alterações no teor e na composição do óleo essencial por aumento na divisão celular (POVH, 2008).

A produção de óleo essencial em *Mentha piperita*, *Mentha spicata* e *Salvia officinalis* aumentou com a aplicação foliar de citocinina. El-Keltawi e Croteau (1987) relataram que o aumento observado na produção de óleo essencial se deve, em parte, ao desenvolvimento induzido pela citocinina.

Khandelwal, Gupta e Sahu (2002) relataram que plantas de *Lawsonia inermis* L. tratadas com cinetina mostraram aumento na massa fresca e seca de folhas e no rendimento de óleo essencial.

De acordo com Youssef e Talaat (1998), a aplicação de 20 e 40 mg L⁻¹ de cinetina modificou a composição química do óleo essencial, diminuindo o teor de 1,8-cineol e cânfora e aumentando o teor de linalol, como também aumentou o número de ramificações e a massa fresca e seca em plantas de *Lavandula officinalis*.

Mahmoud e Shetty (1996) verificaram que a aplicação de cinetina em plantas de *Ocimum basilicum* L. aumenta o número de tricomas glandulares por folha e, conseqüentemente, aumenta o rendimento de óleo essencial.

2.5.3 Giberelinas

As giberelinas formam uma família com mais de 137 compostos, sendo que alguns somente são encontrados no fungo *Giberella fujikuroi*. São utilizadas comercialmente na maltagem da cevada e no aumento do tamanho de uvas sem sementes (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), as giberelinas estão associadas ao crescimento do caule. A aplicação exógena de giberelina promove o alongamento dos entrenós, aumentando significativamente a altura e, associado a esse efeito, ocorre também a redução da espessura do caule. São encontradas em baixa concentração na raiz (CASTRO; VIEIRA, 2001; DAVIES, 2004).

A aplicação de 100, 150 e 200 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) em plantas de *Artemisia pallens* promoveu maior altura de plantas (FAROOQI; DEVIAH; VASUNDHARA, 1993). Singh e Misra (2001) constataram que plantas de *Mentha spicata* tratadas com 1000 mg L⁻¹ de GA₃ apresentaram aumento no comprimento de entrenós, na altura e no número de folhas.

Em plantas de *Ocimum basilicum* L. e *Ocimum gratissimum* L., a aplicação de ácido giberélico aumentou a altura da planta, o comprimento do entrenó, o número de folhas e a área foliar (TRONCHET, 1961; UMESHA et al., 1991; MAHMOUD; SHETTY, 1996).

Sheheed et al. (1990) verificou aumento de 84,59% da área foliar e de 82,84% da massa seca com a aplicação de GA₃ em plantas de *Ocimum basilicum* L.. Em estudos com plantas de *Chrysanthemum frutescens*, Dahab, Eldabh e Salem (1987) constataram que a aplicação de GA₃ aumenta a massa fresca e seca das folhas.

De acordo com Shukla e Farooqi (1990), as giberelinas são também empregadas visando melhores rendimentos de metabólitos secundários. Em plantas medicinais e aromáticas, a utilização do ácido giberélico promoveu alterações no teor e também nos constituintes químicos do óleo essencial (POVH; ONO, 2007; POVH, 2008).

Misra (1995) verificou que plantas de *Pogostimon cablin* ao serem tratadas com GA₃ apresentaram aumento na produção de óleo essencial. El-Khateeb (1989) observou aumento na altura da planta e na produção de óleo essencial com a aplicação de GA₃ em plantas de *Rosmarinus officinalis* L.. Em plantas de *Salvia officinallis* L., Povh e Ono (2006) observaram que o teor de óleo essencial aumentou quando estas foram tratadas com ácido giberélico.

A aplicação de GA₃ em *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum sanctum* e *Ocimum basilicum* promoveu aumento na produção e na qualidade do óleo essencial (EID; AHMED, 1976; UMESHA et al., 1991).

2.6 BIOESTIMULANTES

Bioestimulante é a mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas) (CASTRO; VIEIRA, 2001; VIEIRA, 2001).

A aplicação agrícola de bioestimulantes, no Brasil, tem gerado efeitos significativos em diversas culturas como: arroz, amendoim, feijão, laranja, milho, pepino, soja, sorgo, trigo e videiras (CASTRO; PACHECO; MEDINA, 1998; ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000; MILLÉO; VENÂNCIO; MONFERDINI, 2000; VIEIRA; CASTRO, 2001; VIEIRA; CASTRO, 2004; TECCHIO et al., 2005; CATO, 2006; JUNGLAUS, 2008). Essas substâncias estimulam a divisão celular e podem também aumentar a absorção de água e nutrientes das plantas (VIEIRA; CASTRO, 2002).

Repke et al. (2009), após avaliarem os efeitos do bioestimulante em alface, observaram acréscimo significativo no desenvolvimento vegetativo das plantas.

Em *Glycine max*, Campos et al. (2008) verificaram que a aplicação do bioestimulante aumenta a área foliar em plantas de soja aos 43, 74 e 105 dias após a semeadura.

Povh (2008) avaliou o efeito de reguladores vegetais e bioestimulantes no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinalis* L. e verificou que o bioestimulante promove maior massa seca de folhas aos 96 e 110 dias após a emergência.

Em plantas de *Salvia officinalis* L., Povh e Ono (2006) verificaram que a aplicação de bioestimulante a 2% promoveu maior crescimento e rendimento de óleo essencial.

Ao trabalhar com calêndula (*Calendula officinalis* L.), Machado (2012) relatou que aplicações de 6 a 9 ml L⁻¹ do bioestimulante promoveram maior altura de planta, biomassa seca e teor de flavonóides totais nas inflorescências.

3 ARTIGO

USO DE BIOESTIMULANTE E REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO

3.1 RESUMO

Resumo: O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares cresce a cada ano. A utilização de substâncias que aumentam o crescimento e a produtividade é de grande interesse econômico. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desenvolvimento e o rendimento de óleo essencial das plantas de manjericão, utilizando bioestimulante e diferentes reguladores vegetais (aplicados de forma isolada e combinada) e analisar o desenvolvimento dessas plantas quando são submetidas a sucessivos cortes em Londrina-PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2 +3 e cinco repetições. Os 11 tratamentos foram: ácido indolbutírico (AIB) 10 mg L⁻¹; ácido giberélico (GA₃) 10 mg L⁻¹; cinetina (KIN) 18 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + GA₃ 10 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; GA₃ 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + GA₃ 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; testemunha (água destilada); bioestimulante (diluído cinco vezes); testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes (diluição 1%); testemunha com adubação de cobertura de sulfato de amônio (250 kg ha⁻¹). Foram realizados três cortes durante o desenvolvimento do experimento aos 40, 80 e 120 dias após o transplante. A cada corte foi avaliada a altura da planta, área foliar, massa seca de folhas e rendimento de óleo essencial. Os resultados mostraram que as aplicações isoladas e combinadas dos reguladores vegetais, como também a utilização do bioestimulante proporcionaram efeitos semelhantes em todas as variáveis analisadas em relação às adubações de cobertura e foliar com macro e micronutrientes. As plantas de manjericão apresentaram quedas significativas no desenvolvimento e no rendimento de óleo essencial a partir do 3º corte.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L.. Auxina. Citocinina. Giberelina. Produtividade.

3.2 ABSTRACT

Abstract: The cultivation of medicinal, aromatic and culinary plants grows every year. The use of substances that increase the growth and productivity is of great economic interest. The objectives of this study were to evaluate the effect of different plant growth regulators (applied alone and combined) and biostimulants in the development and production of essential oils from basil plants and analyze the development of these when they are subjected to successive cuts in Londrina-PR. The experimental design was a randomized blocks in factorial scheme $2 \times 2 \times 2 + 3$, being 11 treatments (indolbutiric acid (AIB) 10 mg L^{-1} ; gibberellic acid (GA_3) 10 mg L^{-1} ; kinetin (KIN) 18 mg L^{-1} ; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; $\text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; AIB $10 \text{ mg L}^{-1} + \text{GA}_3 10 \text{ mg L}^{-1} + \text{KIN } 18 \text{ mg L}^{-1}$; control (distilled water), biostimulant (diluted five times); control with foliar fertilization of macro and micronutrients (dilution 1%); control with ammonium sulfate coverage fertilization (250 kg ha^{-1}) and five replications. Three cuts were performed at 40, 80 and 120 days after transplanting. At each cut, it was evaluated the plant height, leaf area, dry mass of leaves and essential oil content. The results showed that the isolated and combined applications of the plant growth regulators as well as the use of biostimulant provide similar effects on plant height, leaf area, dry mass of leaves and the content performance of essential oil from basil plants in relation to the coverage and foliar fertilization with macro and micronutrients. The basil plants showed significant declines in the development and in the content performance of the essential oil from the 3rd cut.

Keywords: *Ocimum basilicum* L.. Auxin. Cytokinin. Gibberellin. Productivity.

3.3 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares cresce a cada ano. O estado do Paraná possui destaque no cultivo dessas plantas, sendo responsável por 90% da demanda nacional (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014).

Muitas espécies medicinais, aromáticas e condimentares, cultivadas no Paraná, são da família Lamiaceae. Essas espécies apresentam grande importância econômica por produzirem óleo essencial em seus tricomas glandulares (FAHN, 1979).

Um componente químico muito valorizado que está presente nos óleos essenciais é o linalol, sendo este bastante utilizado nas indústrias de alimentos como aromatizante, atuando também pela indústria de perfumes na fixação de fragrâncias. 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 manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) passou a ser uma opção na obtenção do linalol (ERENO, 2006).

A utilização de substâncias ativas que aumentam o crescimento e a produtividade é de grande interesse econômico. Reguladores vegetais são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente promovem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (CASTRO; VIEIRA, 2001). A aplicação de reguladores vegetais pode modificar o comportamento da planta, a sua produtividade e também aumentar ou diminuir o teor de óleo essencial (SHUKLA; FAROOQI, 1990). Além do uso dos reguladores vegetais, produtos como os bioestimulantes estão em destaque. Bioestimulante é a mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas) (CASTRO; VIEIRA, 2001; VIEIRA, 2001).

Segundo Cato (2006), dificilmente os hormônios vegetais agem isoladamente, mesmo quando algum efeito no vegetal é atribuído à aplicação de um único regulador vegetal. Trabalhos em tecidos vegetais e em plantas intactas mostraram a existência de interações sinérgicas, aditivas e antagônicas entre dois ou mais hormônios vegetais.

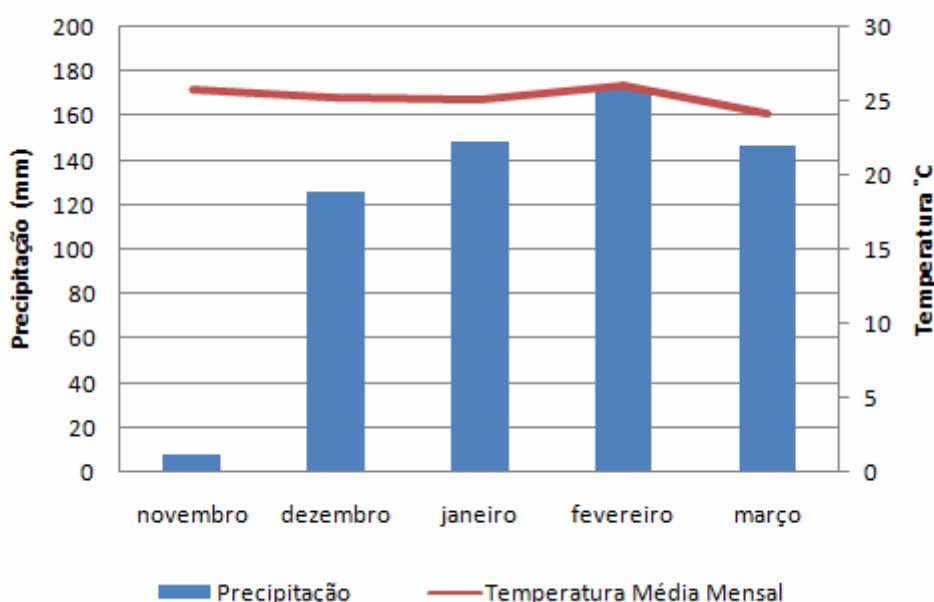
O interesse em espécies vegetais que produzam óleo essencial traz também a necessidade de realizar pesquisas sobre a capacidade de produção dessas plantas quando são submetidas a muitas colheitas (MAY et al., 2008).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desenvolvimento e o rendimento de óleo essencial das plantas de manjeriço, utilizando bioestimulante e diferentes reguladores vegetais (aplicados de forma isolada e combinada) e analisar o desenvolvimento dessas plantas quando são submetidas a sucessivos cortes em Londrina-PR.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de novembro/2013 a março/2014, no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no município de Londrina-PR, localizado nas coordenadas de 23°23' de Latitude Sul e 51°11' de Longitude Oeste de Greenwich, altitude média de 566 m, clima classificado como tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, e precipitação média anual de 1615 mm. Os valores mensais de precipitação e temperatura média ocorridos durante a condução do ensaio são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Precipitação e temperatura média registradas no município de Londrina-PR, durante o período de novembro/2013 a março/2014. Londrina, 2014.



Fonte: IAPAR, 2014, <http://www.iapar.br>

As mudas de manjeriço, variedade Alfavaca Basilicão, foram produzidas a partir de sementes comerciais da ISLA Sementes®, em estufa protegida com malha termo refletora Aluminet Externa para retenção de 50% do fluxo de radiação solar.

A semeadura foi efetuada 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 mistura contendo 25% de casca de arroz carbonizada e 75% de vermicomposto (composto orgânico formado por húmus de minhoca e esterco bovino curtido) 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 após a formação do 2º par de folhas deixando uma plântula por tubete (Figura 2).

Figura 2 – Produção de mudas de manjeriço e o estágio das mudas (2º par de folhas) após a realização do desbaste. Londrina, 2014.



Fonte: O próprio autor.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013). No local do experimento, amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm foram coletadas para a caracterização química do solo (Tabelas 1 e 2). A correção do solo foi efetuada 45 dias antes do transplante, utilizando-se 125,8 kg ha⁻¹ de Ca(OH)₂.

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental para o cultivo de manjeriço. Londrina, 2014.

pH CaCl ₂	P disponível (mg.dm ⁻³)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC Efetiva	V (%)	Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)
		(cmol _c .dm ⁻³)					
5,21	22,22	5,79	1,26	0,68	8,50	71,29	27,02

Tabela 2 – Caracterização química do solo da área experimental após o 3º corte das plantas de manjeriço. Londrina, 2014.

pH CaCl ₂	P disponível (mg.dm ⁻³)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC Efetiva	V (%)	Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)
		(cmol _c .dm ⁻³)					
4,85	23,13	5,07	1,84	0,28	7,20	57,20	

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.

As mudas de manjeriço foram transplantadas no Horto de Plantas Medicinais da UEL 45 dias após a sementeira, com espaçamento entre plantas e entre linhas de 0,30 x 0,30 m, perfazendo uma população de 111111 plantas por hectare. A irrigação no local foi efetuada com auxílio de aspersores durante as primeiras horas da manhã. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais.

Os seguintes tratamentos foram pulverizados/aplicados por nove vezes, com intervalo de 10 dias, sendo três pulverizações a cada ciclo da planta (Figura 4): ácido indolbutírico (AIB) 10 mg L⁻¹; ácido giberélico (GA₃) 10 mg L⁻¹; cinetina (KIN) 18 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + GA₃ 10 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; GA₃ 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; AIB 10 mg L⁻¹ + GA₃ 10 mg L⁻¹ + KIN 18 mg L⁻¹; testemunha (água destilada); bioestimulante (diluído cinco vezes) (Tabela 3); testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes (TAF) diluição 1% (Tabela 4); testemunha com adubação de cobertura de sulfato de amônio (TAC) 250 kg ha⁻¹.

Os reguladores vegetais, o bioestimulante e a TAF foram aplicados com o uso de pulverizador costal de CO₂ pressurizado, com pressão de 40 lb pol⁻²,

contendo uma barra com cinco bicos tipo leque TJ 11002 e espaçados a 0,50 m entre si. Após as aplicações de cada tratamento (exceto testemunha com água destilada e TAC) foi efetuada também a adubação com sulfato de amônio 250 kg ha⁻¹.

Tabela 3 – Composição do bioestimulante. Londrina, 2014.

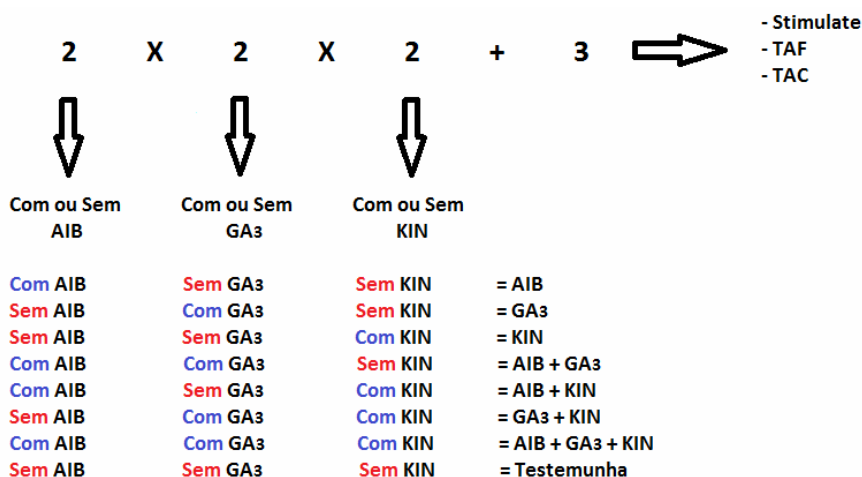
AIB	GA ₃	KIN	Ingredientes inertes
(g L ⁻¹)			
0,05	0,05	0,09	999,80

Tabela 4 – Teor de macro e micronutrientes presentes no fertilizante foliar utilizado no experimento. Londrina, 2014.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	C org.
(g L ⁻¹)													
81	54	81	13,5	6,7	17,5	1,3	0,6	1,3	0,6	1,3	0,6	10,8	155,2

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2 + 3 (Figura 3) e cinco repetições. Cada parcela foi composta por sete linhas de plantio de 2,10 m de comprimento. A área útil amostrada foi representada pelas cinco linhas centrais de cada parcela menos 0,30 m de cada extremidade, totalizando 25 plantas em 2,25 m².

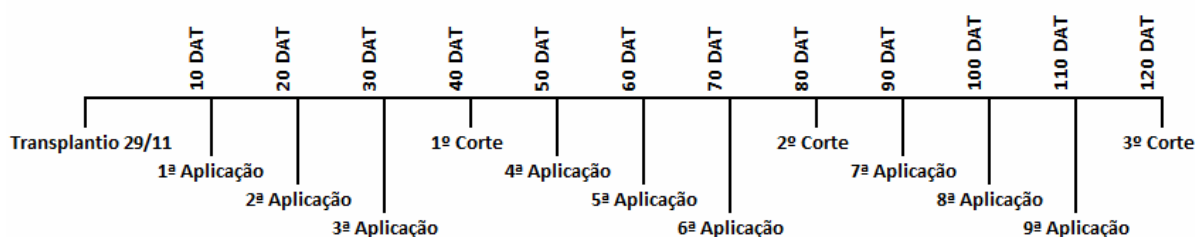
Figura 3 – Esquema do delineamento experimental utilizado no experimento. Londrina, 2014.



Fonte: O próprio autor.

Foram realizados três cortes durante o desenvolvimento do experimento (Figura 4) aos 40, 80 e 120 dias após o transplântio (DAT). Os cortes ocorreram quando 50% das plantas iniciaram o florescimento e efetuados às 9 horas da manhã, com a ausência de orvalho sobre as plantas.

Figura 4 – Cronograma de cortes e de pulverizações dos tratamentos aplicados no experimento. Londrina, 2014.



Fonte: O próprio autor.

A cada coleta foi avaliada a altura da planta (AP), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF) e rendimento de óleo essencial (ROE). A AP foi obtida em centímetros com o auxílio de uma régua milimetrada, medida a partir da base até o ápice da planta. A AF foi determinada em cm^2 pelo integrador de área foliar da LICOR® modelo LI 3100.

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 para se obter a MSF.

O ROE foi obtido através do método de arraste a vapor (KOKETSU; GONÇALVES, 1991). Para a extração do óleo essencial das folhas, foram utilizadas amostras de 50 gramas/parcela e colocadas no Mini Destilador D1 da LINAX®. Cada destilação foi realizada por um período de 90 minutos. Ao final, foi feita a leitura do volume e, em seguida, calculado o ROE em L ha^{-1} .

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi efetuada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Altura da Planta

A variável altura da planta apresentou efeitos significativos em três interações: entre o ácido indolbutírico e o ácido giberélico no 1º e 2º corte; ácido indolbutírico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte; ácido giberélico e cinetina no 2º e 3º corte (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise de variância para a variável altura da planta em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.

Fontes de variação ¹	GL ²	Quadrado Médio ³					
		1º Corte		2º Corte		3º Corte	
BLOCO	4	32,544		28,966		6,8460	
AIB	1	24,885	NS	24,964	NS	17,623	NS
GA ₃	1	50,738	NS	1,6810	NS	28,140	NS
KIN	1	8,9775	NS	12,100	NS	66,693	NS
AIB*GA ₃	1	102,56	*	182,33	*	3,2206	NS
AIB*KIN	1	81,939	*	226,58	*	77,702	*
GA ₃ *KIN	1	2,7825	NS	625,68	*	88,655	*
AIB*GA ₃ *KIN	1	20,664	NS	255,03	NS	27,806	NS
RESÍDUO	28	612,08	NS	33,271	NS	23,332	NS
TOTAL	39						
MÉDIA		79,84		75,75		62,56	
C.V. (%)		5,86		7,61		7,72	

¹ Fontes de variação: AIB = Ácido Indolbutírico; GA₃: Ácido Giberélico; KIN: Cinetina.

² Graus de liberdade.

³ *: significativo a 5% de probabilidade; NS: Não significativo.

No desdobramento da interação entre AIB e GA₃, observa-se que a aplicação isolada desses dois reguladores vegetais proporcionou aumentos significativos na variável altura da planta no 1º e 2º corte (Tabela 6).

As auxinas são responsáveis pela dominância apical estimulando o crescimento através da expansão celular (CATO, 2006), enquanto que as giberelinas estão associadas ao crescimento do caule (TAIZ; ZEIGER, 2009). A aplicação exógena de GA₃ promove o crescimento através de alongação e divisão celular (CASTRO; VIEIRA, 2001).

A aplicação de GA₃ em plantas de *Artemisia pallens* promoveu maior altura de plantas (FAROOQI; DEVIAH; VASUNDHARA, 1993). Singh e Misra (2001)

constatarem que plantas de *Mentha spicata* tratadas com GA₃ apresentaram aumento no comprimento de entrenós e na altura.

Em plantas de *Ocimum gratissimum* L., Umesha et al. (1991) observaram que a aplicação foliar de ácido giberélico aumentou a altura e o comprimento do entrenó.

A aplicação combinada entre AIB e GA₃ também proporcionou aumento significativo na variável altura da planta (Tabela 6). As auxinas e giberelinas atuam em processos fisiológicos separados, mas quando aplicados de forma conjunta também contribuem para o alongamento do caule (YANG; DAVIES; REID, 1996; ROSS; O'NEILL, 2001).

Tabela 6 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte	
	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃
Com AIB	80,15 aA	81,10 aA	74,20 aA	78,88 aA
Sem AIB	81,78 aA	76,32 bB	76,89 aA	73,03 bB
C.V. (%)	5,86		7,61	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação entre AIB e KIN, observa-se que a aplicação isolada desses dois reguladores vegetais proporcionou aumentos significativos na variável altura da planta no 1º, 2º e 3º corte (Tabela 7).

A cinetina, uma citocinina sintética, induz o crescimento não somente através da divisão celular, mas também através de alongamento celular (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Cato (2006) trabalhou com aplicações isoladas e combinadas de AIB, GA₃ e KIN em tomate e constatou que as plantas apresentavam ausência de brotações laterais (dominância apical) quando sujeitas a aplicações isoladas de AIB na concentração de 5 mg L⁻¹.

Sheheed et al. (1990), verificaram aumento no crescimento das plantas de *Ocimum basilicum* L. com a aplicação de 50 mg L⁻¹ de cinetina.

A aplicação combinada entre AIB e KIN não proporcionou aumento significativo na variável altura da planta (Tabela 7). De acordo com Coenen e Lomax

(1997), auxinas e citocininas atuam de forma antagônica na formação de gemas. A maior concentração de auxina na gema apical inibe o desenvolvimento das gemas axilares. A aplicação direta de citocininas sintéticas em gemas laterais pode quebrar a dominância apical e estimular a divisão celular e o crescimento da gema, originando assim plantas mais baixas (CLINE, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Tabela 7 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com AIB	78,72 bB	82,53 aA	73,61 bB	79,47 aA	60,54 bB	65,91 aA
Sem AIB	80,01 aA	78,09 bB	76,79 aA	73,13 bB	62,00 aA	61,80 bB
C.V. (%)	5,86		7,61		7,72	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação entre GA₃ e KIN, observa-se que a aplicação isolada desses dois reguladores vegetais proporcionou aumentos significativos na variável altura da planta no 2º e 3º corte, enquanto que a combinação entre GA₃ e KIN não proporcionou aumento significativo na variável altura da planta (Tabela 8). Segundo Cline (1997), a aplicação de giberelina combinada com a citocinina pode fazer com que o ácido giberélico passe a estimular o crescimento das gemas laterais.

Tabela 8 – Altura (cm) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com GA ₃	71,04 bB	80,05 aA	60,62 bB	66,18 aA
Sem GA ₃	79,36 aA	72,55 bB	61,92 aA	61,53 bB
C.V. (%)	7,61		7,72	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ono, Grana Júnior e Rodrigues (2004) trabalharam com plantas de mamão e verificaram que as aplicações de giberelina associadas com citocininas

promoveram o desenvolvimento de brotações laterais e posterior crescimento destas.

Em plantas de soja, Leite, Rosolem e Rodrigues (2003) verificaram que a aplicação de giberelina em associação com citocinina gerou interação negativa, reduzindo a altura da planta.

As aplicações de reguladores vegetais (AIB, GA₃, KIN), de bioestimulante e as adubações (TAF e TAC) proporcionaram aumentos significativos da variável altura da planta no 1º, 2º e 3º corte, porém uma diminuição significativa da variável ocorreu a partir do 3º corte para todos os tratamentos, com exceção da Testemunha, na qual uma redução ocorreu já no 2º corte (Tabela 9).

Tabela 9 – Altura (cm) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte
AIB	81,82 aA	79,02 aA	65,87 bA
GA ₃	81,80 aA	78,49 aA	66,10 bA
KIN	80,09 aA	78,11 aA	63,47 bA
AIB + GA ₃	80,15 aA	74,18 aA	63,85 bA
AIB + KIN	78,74 aAB	73,67 aAB	60,61 bAB
GA ₃ + KIN	78,75 aAB	73,43 aAB	60,97 bAB
AIB + GA ₃ + KIN	80,97 aA	78,65 aA	64,50 bA
Bioestimulante	81,10 aA	79,05 aA	64,74 bA
TAF ¹	80,98 aA	78,08 aA	64,41 bA
TAC ²	80,45 aA	78,38 aA	64,67 bA
Testemunha	71,87 aB	65,94 bB	58,79 bB
C.V. (%)	4,74	7,05	6,31

¹ TAF: Testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes.

² TAC: Testemunha com adubação de cobertura.

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os incrementos encontrados na altura da planta com a utilização do bioestimulante podem ter sido causados pelos efeitos da auxina e giberelina presentes no mesmo. Esses dois reguladores vegetais desempenham processos separados mas unidos também contribuem para o alongamento do caule (YANG; DAVIES; REID, 1996; ROSS; O'NEILL, 2001).

Machado (2012) relatou que aplicações de 6 a 9 ml L⁻¹ do bioestimulante promovem maior altura, biomassa seca e teor de flavonóides totais presentes nas inflorescências de calêndula (*Calendula officinalis* L.). Em plantas de

Salvia officinalis L., Povh e Ono (2006) verificaram que a aplicação do bioestimulante a 2% promove maior crescimento e rendimento de óleo essencial.

3.5.2 Área Foliar

A variável área foliar apresentou efeitos significativos nas aplicações isoladas de AIB, GA₃, KIN no 1º, 2º e 3º corte; nas interações entre o ácido indolbutírico e o ácido giberélico no 1º, 2º e 3º corte, ácido indolbutírico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte, ácido giberélico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte; e na interação tripla entre os três reguladores vegetais (Tabela 10).

Tabela 10 – Análise de variância para a variável área foliar em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.

Fontes de variação ¹	GL ²	Quadrado Médio ³		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
BLOCO	4	209536,72	141144,03	54101,166
AIB	1	144238,90	* 333763,67	* 132544,56
GA ₃	1	118763,13	* 289819,98	* 145897,41
KIN	1	187171,13	* 311533,09	* 122693,28
AIB*GA ₃	1	188926,40	* 319193,96	* 129843,75
AIB*KIN	1	113385,23	* 328537,38	* 104808,45
GA ₃ *KIN	1	120050,37	* 325041,24	* 158709,60
AIB*GA ₃ *KIN	1	121373,19	* 375142,67	* 151858,79
RESÍDUO	28	10880,624	7766,5214	3671,9104
TOTAL	39			
MÉDIA		2350,58	1979,03	1345,34
C.V. (%)		6,39	5,40	7,45

¹ Fontes de variação: AIB = Ácido Indolbutírico; GA₃: Ácido Giberélico; KIN: Cinetina.

² Graus de liberdade.

³ *: significativo a 5% de probabilidade; NS: Não significativo.

No desdobramento das interações entre AIB e GA₃, AIB e KIN, GA₃ e KIN observa-se que as aplicações isoladas e combinadas desses reguladores vegetais proporcionaram aumentos significativos na variável área foliar no 1º, 2º e 3º corte (Tabelas 11, 12 e 13).

O aumento ocorrido da área foliar em plantas tratadas com AIB pode ser conferido aos efeitos das auxinas no alongamento e na divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Povh (2008) trabalhou com diferentes reguladores vegetais e bioestimulantes em plantas de *Salvia officinalis* L. e detectou que a aplicação de AIB proporcionou maior área foliar.

As giberelinas estão associadas ao crescimento do caule. A aplicação exógena de GA₃ promove o crescimento através de alongação e divisão celular (CASTRO; VIEIRA, 2001). De acordo com Modesto et al. (1996), o processo de crescimento causado pela giberelina pode promover o aumento da área foliar.

Sheheed et al. (1990), verificou aumento de 84,59% da área foliar com a aplicação de GA₃ em plantas de *Ocimum basilicum* L.. Ao estudar a mesma espécie, Mahmoud e Shetty (1996) constataram que a aplicação de GA₃ estimula o crescimento vegetal aumentando o número de folhas e a área foliar.

A cinetina induz o crescimento através da divisão celular (CASTRO; VIEIRA, 2001). A aplicação exógena de cinetina também é capaz de promover a expansão celular em folhas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em plantas de *Phaseolus vulgaris* L., Chaudhry e Qurat-ul-Ain (2003) observaram que a aplicação de 50 mg L⁻¹ de cinetina aumenta a área foliar. Povh (2004) verificou aumento da área foliar em plantas de *Salvia officinalis* L. quando tratadas com 100 mg L⁻¹ benzilamino-purina (BAP).

Tabela 11 – Área foliar (cm²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃
Com AIB	2405,92 aA	2435,00 aA	2091,16 aA	2099,58 aA	1423,82 aA	1416,98 aA
Sem AIB	2426,96 aA	2192,31 bB	2087,13 aA	1738,23 bB	1540,64 aA	1187,91 bB
C.V. (%)	6,39		5,40		7,45	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12 – Área foliar (cm²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com AIB	2364,72 aA	2435,00 aA	1990,51 aA	2097,75 aA	1322,60 aA	1416,21 aA
Sem AIB	2423,83 aA	2193,88 bB	2091,56 aA	1733,80 bB	1411,85 aA	1198,70 bB
C.V. (%)	6,39		5,40		7,45	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13 – Área foliar (cm²) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com GA ₃	2350,52 aA	2416,44 aA	1979,25 aA	2091,04 aA	1304,63 aA	1540,64 aA
Sem GA ₃	2423,83 aA	2197,90 bB	2097,30 aA	1740,51 bB	1420,82 aA	1184,07 bB
C.V. (%)	6,39		5,40		7,45	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As aplicações de reguladores vegetais (AIB, GA₃, KIN), de bioestimulante e as adubações (TAF e TAC) proporcionaram aumentos significativos da variável área foliar no 1º, 2º e 3º corte, porém uma diminuição significativa da variável ocorreu a partir do 3º corte para todos os tratamentos, com exceção da Testemunha, na qual uma redução ocorreu já no 2º corte (Tabela 14).

Tabela 14 – Área foliar (cm²) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte
AIB	2435,00 aA	2108,66 aA	1411,41 bA
GA ₃	2426,96 aA	2095,24 aA	1540,68 bA
KIN	2423,83 aA	2104,10 aA	1419,08 bA
AIB + GA ₃	2405,92 aA	2086,84 aA	1421,00 bA
AIB + KIN	2364,72 aA	1990,51 aA	1322,55 bA
GA ₃ + KIN	2350,52 aA	1979,02 aA	1304,61 bA
AIB + GA ₃ + KIN	2436,85 aA	2095,48 aA	1486,64 bA
Bioestimulante	2551,77 aA	2105,05 aA	1511,31 bA
TAF ¹	2429,50 aA	2093,36 aA	1426,25 bA
TAC ²	2420,56 aA	2088,90 aA	1409,67 bA
Testemunha	1960,80 aB	1372,36 bB	956,73 bB
C.V. (%)	4,88	4,99	5,45

¹ TAF: Testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes.

² TAC: Testemunha com adubação de cobertura.

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os incrementos encontrados na área foliar com a utilização do bioestimulante, podem ter sido causados devido ao sinergismo de ação entre os três reguladores vegetais presentes no mesmo. O AIB é responsável pelo alongamento celular, a KIN pelo processo de divisão e diferenciação (TAIZ; ZEIGER, 2009) e o GA₃ é ligado também ao desenvolvimento da parte aérea (DAVIES, 2004).

Em *Glycine max*, Campos et al. (2008) verificaram que a aplicação do bioestimulante aumenta a área foliar em plantas de soja aos 43, 74 e 105 dias após a semeadura.

3.5.3 Massa Seca de Folhas

A variável massa seca de folhas apresentou efeitos significativos nas aplicações isoladas de AIB, GA₃, KIN no 1º, 2º e 3º corte; nas interações entre o ácido indolbutírico e o ácido giberélico no 1º, 2º e 3º corte, ácido indolbutírico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte, ácido giberélico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte; e na interação tripla entre os três reguladores vegetais (Tabela 15).

Tabela 15 – Análise de variância para a variável massa seca de folhas em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.

Fontes de variação ¹	GL ²	Quadrado Médio ³		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
BLOCO	4	0,006004	0,010700	0,002834
AIB	1	1,357922 *	3,950122 *	1,810503 *
GA ₃	1	1,235523 *	3,243303 *	2,308803 *
KIN	1	1,186802 *	3,231923 *	1,668722 *
AIB*GA ₃	1	1,200623 *	3,300503 *	2,093063 *
AIB*KIN	1	1,193702 *	3,690563 *	1,709822 *
GA ₃ *KIN	1	1,118903 *	3,850202 *	2,289622 *
AIB*GA ₃ *KIN	1	1,879223 *	4,754102 *	2,435423 *
RESÍDUO	28	0,012781	0,006226	0,011189
TOTAL	39			
MÉDIA		7,11	5,99	4,10
C.V. (%)		6,52	6,16	7,24

¹ Fontes de variação: AIB = Ácido Indolbutírico; GA₃: Ácido Giberélico; KIN: Cinetina.

² Graus de liberdade.

³ *: significativo a 5% de probabilidade; NS: Não significativo.

No desdobramento das interações entre AIB e GA₃, AIB e KIN, GA₃ e KIN observa-se que as aplicações isoladas e combinadas desses reguladores vegetais proporcionaram aumentos significativos na variável massa seca de folhas no 1º, 2º e 3º corte (Tabelas 16, 17 e 18).

De maneira geral, pode-se observar que os resultados encontrados para massa seca de folhas assemelham-se aos da área foliar. Além de estimularem a expansão das folhas, auxinas e citocininas podem retardar a senescência foliar (DAVIES, 2004; BARREIRO, 2006).

Povh (2008) avaliou o efeito de reguladores vegetais e bioestimulantes no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinallis* L. e verificou que o AIB foi o regulador vegetal que promoveu a maior massa seca de folhas.

Em plantas de *Ocimum basilicum* L., Barreiro (2006) testou diferentes reguladores vegetais e detectou que plantas tratadas com cinetina apresentam maior massa seca foliar. Chaudhry e Qurat-ul-Ain (2003) observaram que a aplicação de cinetina aumenta a área foliar e a massa seca de folhas em plantas de *Phaseolus vulgaris* L.. De acordo com Youssef e Talaat (1998), a aplicação de cinetina, na concentração de 20 mg L⁻¹, aumentou a massa seca de plantas de *Lavandula officinalis*.

Sheheed et al. (1990) verificou aumento de 82,84% da massa seca com a aplicação de GA₃ em plantas de *Ocimum basilicum* L.. Em estudos de plantas de *Chrysanthemum frutescens*, Dahab, Eldabh e Salem (1987) constataram que a aplicação de GA₃ aumenta a massa fresca e seca das folhas.

Tabela 16 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃
Com AIB	7,28 aA	7,37 aA	6,31 aA	6,38 aA	4,30 aA	4,27 aA
Sem AIB	7,34 aA	5,91 bB	6,34 aA	4,91 bB	4,66 aA	3,03 bB
C.V. (%)	6,52		6,16		7,24	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 17 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com AIB	7,15 aA	7,37 aA	6,02 aA	6,38 aA	4,00 aA	4,27 aA
Sem AIB	7,33 aA	5,92 bB	6,37 aA	4,89 bB	4,29 aA	3,09 bB
C.V. (%)	6,52		6,16		7,24	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, UEL, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com GA ₃	7,11 aA	7,34 aA	5,99 aA	6,34 aA	3,91 aA	4,66 aA
Sem GA ₃	7,33 aA	5,93 bB	6,37 aA	4,91 bB	4,29 aA	3,03 bB
C.V. (%)	6,52		6,16		7,24	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As aplicações de reguladores vegetais (AIB, GA₃, KIN), de bioestimulante e as adubações (TAC e TAF) proporcionaram aumentos significativos da variável massa seca de folhas no 1º, 2º e 3º corte, porém uma diminuição significativa da variável ocorreu a partir do 3º corte para todos os tratamentos, com exceção da Testemunha, na qual uma redução ocorreu já no 2º corte (Tabela 19).

Tabela 19 – Massa seca de folhas (g) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte
AIB	7,37 aA	6,38 aA	4,27 bA
GA ₃	7,34 aA	6,34 aA	4,66 bA
KIN	7,33 aA	6,37 aA	4,29 bA
AIB + GA ₃	7,28 aA	6,31 aA	4,30 bA
AIB + KIN	7,15 aA	6,02 aA	4,00 bA
GA ₃ + KIN	7,11 aA	5,99 aA	3,91 bA
AIB + GA ₃ + KIN	7,37 aA	6,34 aA	4,50 bA
Bioestimulante	7,72 aA	6,37 aA	4,57 bA
TAF ¹	7,35 aA	6,33 aA	4,31 bA
TAC ²	7,32 aA	6,32 aA	4,26 bA
Testemunha	5,93 aB	4,15 bB	2,89 bB
C.V. (%)	6,39	6,24	7,09

¹ TAF: Testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes.

² TAC: Testemunha com adubação de cobertura.

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento da massa seca de folhas promovido pelo bioestimulante está relacionada com a influência deste na expansão foliar, o qual resultou em maior área foliar nesse tratamento. A interação entre os reguladores vegetais presentes no bioestimulante gera o aumento da massa seca de folhas (POVH, 2008).

Povh (2008) avaliou o efeito de reguladores vegetais e bioestimulantes no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinallis* L. e verificou que o bioestimulante promove maior massa seca de folhas aos 96 e 110 dias após a emergência.

3.5.4 Rendimento de Óleo Essencial

A variável rendimento de óleo essencial apresentou efeitos significativos nas aplicações isoladas de AIB, GA₃, KIN no 1º, 2º e 3º corte; nas interações entre o ácido indolbutírico e o ácido giberélico no 1º, 2º e 3º corte, ácido indolbutírico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte, ácido giberélico e cinetina no 1º, 2º e 3º corte; e na interação tripla entre os três reguladores vegetais (Tabela 20).

Tabela 20 – Análise de variância para a variável rendimento de óleo essencial em função da aplicação isolada ou combinada de reguladores vegetais. Londrina, 2014.

Fontes de variação ¹	GL ²	Quadrado Médio ³		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
BLOCO	4	0,000085	0,000066	0,000016
AIB	1	0,285610	* 0,237160	* 0,083722
GA ₃	1	0,264440	* 0,216090	* 0,085562
KIN	1	0,240250	* 0,228010	* 0,083722
AIB*GA ₃	1	0,240250	* 0,231040	* 0,085562
AIB*KIN	1	0,243360	* 0,243360	* 0,083722
GA ₃ *KIN	1	0,240250	* 0,222010	* 0,085562
AIB*GA ₃ *KIN	1	0,345960	* 0,262440	* 0,085562
RESÍDUO	28	0,000135	0,000086	0,000032
TOTAL	39			
MÉDIA		2,68	2,26	1,55
C.V. (%)		5,41	6,36	6,27

¹ Fontes de variação: AIB = Ácido Indolbutírico; GA₃: Ácido Giberélico; KIN: Cinetina.

² Graus de liberdade.

³ *: significativo a 5% de probabilidade; NS: Não significativo.

No desdobramento das interações entre AIB e GA₃, AIB e KIN, GA₃ e KIN observa-se que as aplicações isoladas e combinadas desses reguladores vegetais proporcionaram aumentos significativos na variável rendimento de óleo essencial no 1º, 2º e 3º corte (Tabelas 21, 22 e 23).

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), o aumento no rendimento de óleo essencial em plantas tratadas com AIB pode estar relacionado com o efeito que as auxinas apresentam no crescimento das plantas por promoverem a divisão e

alongamento celular. Em plantas de *Ocimum basilicum* L., Mahmoud e Shetty (1996) verificaram que a aplicação de ácido indol-3-acético (AIA) promoveu aumento no teor de óleo essencial.

Segundo Krishnamoorthy (1979), o GA₃ é capaz de promover a síntese de compostos secundários. Em plantas medicinais e aromáticas, a utilização do ácido giberélico promoveu alterações no teor e também nos constituintes químicos do óleo essencial (POVH; ONO, 2007; POVH, 2008). Povh e Ono (2006) observaram aumento no teor de óleo essencial em plantas de *Salvia officinallis* L., quando estas foram tratadas com ácido giberélico. A aplicação de GA₃ em *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum sanctum* e *Ocimum basilicum* promoveu aumento na produção e na qualidade do óleo essencial (EID; AHMED, 1976; UMESHA et al., 1991).

Tabela 21 – Rendimento de óleo essencial (L ha⁻¹) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃	Com GA ₃	Sem GA ₃
Com AIB	2,74 aA	2,78 aA	2,38 aA	2,40 aA	1,62 aA	1,61 aA
Sem AIB	2,77 aA	2,26 bB	2,39 aA	1,68 bB	1,76 aA	1,09 bB
C.V. (%)	5,41		6,36		6,27	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 22 – Rendimento de óleo essencial (L ha⁻¹) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de 10 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e 18 mg L⁻¹ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com AIB	2,70 aA	2,78 aA	2,27 aA	2,40 aA	1,51 aA	1,61 aA
Sem AIB	2,76 aA	2,27 bB	2,40 aA	1,68 bB	1,62 aA	1,09 bB
C.V. (%)	5,41		6,36		6,27	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em plantas medicinais e aromáticas, a citocinina também é capaz de promover alterações no teor e composição do óleo essencial por aumento na divisão celular (POVH, 2008). Mahmoud e Shetty (1996) verificaram que a aplicação de

cinetina em plantas de *Ocimum basilicum* L. aumenta o número de tricomas glandulares por folha e, conseqüentemente, aumenta o rendimento de óleo essencial.

Tabela 23 – Rendimento de óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) das plantas de manjeriço alcançadas com e sem a aplicação de $10\ mg\ L^{-1}$ de ácido giberélico (GA_3) e $18\ mg\ L^{-1}$ de cinetina (KIN) via foliar. Londrina, 2014.

	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN	Com KIN	Sem KIN
Com GA_3	2,69 aA	2,77 aA	2,26 aA	2,39 aA	1,48 aA	1,76 aA
Sem GA_3	2,78 aA	2,27 bB	2,40 aA	1,69 bB	1,62 aA	1,09 bB
C.V. (%)	5,41		6,36		6,27	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As aplicações de reguladores vegetais (AIB, GA_3 , KIN), de bioestimulante e as adubações (TAF e TAC) proporcionaram aumentos significativos da variável rendimento de óleo essencial no 1º, 2º e 3º corte, porém uma diminuição significativa da variável ocorreu a partir do 3º corte para todos os tratamentos, com exceção da Testemunha, na qual uma redução ocorreu já no 2º corte (Tabela 24).

Tabela 24 – Rendimento de óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) das plantas de manjeriço em função da aplicação de reguladores vegetais, de bioestimulante e de adubações. Londrina, 2014.

Tratamentos	1º Corte	2º Corte	3º Corte
AIB	2,78 aA	2,40 aA	1,61 bA
GA_3	2,77 aA	2,39 aA	1,76 bA
KIN	2,76 aA	2,40 aA	1,62 bA
AIB + GA_3	2,74 aA	2,38 aA	1,62 bA
AIB + KIN	2,70 aA	2,27 aA	1,51 bA
GA_3 + KIN	2,68 aA	2,26 aA	1,48 bA
AIB + GA_3 + KIN	2,78 aA	2,39 aA	1,70 bA
Bioestimulante	2,91 aA	2,40 aA	1,72 bA
TAF ¹	2,77 aA	2,39 aA	1,63 bA
TAC ²	2,76 aA	2,38 aA	1,61 bA
Testemunha	2,24 aB	1,57 bB	1,09 cB
C.V. (%)	6,83	6,34	7,23

¹ TAF: Testemunha com adubação foliar de macro e micronutrientes.

² TAC: Testemunha com adubação de cobertura.

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento do rendimento de óleo essencial promovido pela aplicação do bioestimulante está relacionada com a interação entre os reguladores vegetais presentes no mesmo, que influencia o desenvolvimento vegetal (POVH, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2009). É importante ressaltar que a produção de óleo essencial pode ser influenciada por outros fatores. De acordo com Corrêa Júnior, Ming e Scheffer (1998), fatores como o clima, o tipo de solo e o local onde as plantas serão cultivadas interferem de forma significativa na síntese de metabólitos secundários.

Em plantas de *Salvia officinalis* L., Povh e Ono (2006) verificaram que a aplicação de bioestimulante a 2% promove maior crescimento e rendimento de óleo essencial.

Os resultados apresentados mostraram que não houve diferença significativa entre aplicar de forma isolada ou combinada os reguladores vegetais, como também a aplicação foliar desses e do bioestimulante promoveram o aumento em todas as variáveis, mas não foram estatisticamente superiores aos tratamentos de adubação foliar de macro e micronutrientes (TAF) e da adubação de cobertura (TAC).

Os picos máximos de altura, área foliar como também da massa seca de folhas e do rendimento de óleo essencial das plantas de manjerição ocorreram no 1º corte (Tabelas 9, 14, 19 e 24). No 2º corte é observada uma tendência de diminuição e a partir do 3º corte, todas as variáveis analisadas apresentaram quedas significativas no desenvolvimento. Os tratamentos aplicados não foram suficientes para suprir as perdas de nutrientes do solo (Tabelas 1 e 2) e, com isso, manter ou aumentar a massa seca de folhas e o rendimento de óleo essencial no 3º corte. Em cultivos comerciais, a renovação da cultura pode ser necessária quando o objetivo é a máxima produção por área (MAY et al., 2008).

3.6 CONCLUSÕES

As aplicações isoladas e combinadas dos reguladores vegetais, como também a utilização do bioestimulante proporcionaram efeitos semelhantes na altura da planta, na área foliar, na massa seca de folhas e no rendimento de óleo essencial das plantas de manjerição em relação às adubações de cobertura e foliar com macro e micronutrientes.

As plantas de manjeriço, da variedade Alfavaca Basilicão, apresentaram quedas significativas no desenvolvimento e no rendimento de óleo essencial a partir do 3º corte.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Estudo dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Publicitário UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996. 332 p.

AUDUS, L. J. **Plant growth substances**. London: Leonard Hill, 1972. 533 p.

BARREIRO, A. P. **Produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função de reguladores vegetais**. 2006. 96 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009. 160 p.

BLANK, A. F. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 22, n. 1, p. 113-116, 2004.

BRITO, L. O.; MONTEIRO, M.; KLUGE, R. A. Fisiologia da raiz e gravitropismo. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 179-190.

CAMPOS, M. F. et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

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

CASTRO, P. R. C.; MELLOTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 191-235.

CASTRO, P. R. C.; PACHECO, A. C.; MEDINA, C. L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira pêra. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 338-341, 1998.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 73 fls. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.

CHAUDHRY, N. Y.; QURAT-UL-AIN Effect of growth hormones i.e., IAA, kinetin and heavy metal i.e., lead nitrate on the internal morphology of leaf of *Phaseolus vulgaris* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 6, n. 2, p. 157-163, 2003.

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.

CHIEJ, R. **Medicinal Plants**. London: Macdonald Orbis, 1988. 447 p.

CLINE, M. G. Concepts and terminology of apical dominance. **American Journal of Botany**, Ithaca, v. 84, n. 9, p. 1064-1069, 1997.

COENEN, C.; LOMAX, T. Auxini-cytokinin interactions in higher plants: old problems and new tools. **Trends in Plant Science**, New York, v. 2, n. 9, p. 351-356, 1997.

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

CORRÊA JÚNIOR, C.; SCHEFFER, M. C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, Vitória 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.

CROCOMO, O. J.; CABRAL, J. B. **A biotecnologia no melhoramento de plantas tropicais**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1988. 39 p.

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

DAHAB, A. M. A.; ELDABH, R. S.; SALEM, M. A. Effect of gibberellic acid on growth, flowering and constituents of *Chrysanthemum frutescens*. **Acta Horticulturae**, Davis, v. 1, n. 205, p. 129-135, 1987.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004. 750 p.

DEFAVARI, D.; MORAES, L. A. Fisiologia da floração. In: CASTRO, P. C. R.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução a fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002a. p. 191-210.

DEFAVARI, D.; MORAES, L. A. Morfogênese vegetal. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução a fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002b. p. 211-226.

EID, M. N. A.; AHMED, S. S. Preliminary studies on the effect of gibberellic acid and cycocel on the growth and essential oil content of *Ocimum basilicum* L. **Egyptian Journal of Horticulture**, v. 3, n. 1, p. 83-87, 1976.

EL-KELTAWI, N. E.; CROTEAU, R. Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of Lamiaceae. **Phytochemistry**, v. 26, n. 4, p. 891-895, 1987.

EL-KHATEEB, M. A. Effect of some growth regulators on the vegetative growth and essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. plant. **Bulletin of Faculty of Agriculture**, Giza, v. 40, n. 2, p. 333-346, 1989.

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.

FAROOQI, A. A.; DEVIAH, K. A.; VASUNDHARA, M. Effect of some growth regulators and pinching on growth, yield and essential oil content of davana (*Artemisia pallens*). **Indian Perfumer**, Delhi, v. 37, n. 1, p. 19-23, 1993.

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

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 3. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

GARLAND, S. **Gran libro de lãs hierbas y especias**. Barcelona: Editorial Blune, 1989. p. 84.

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

GRAYER, R. J. et al. 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**, v. 1, n. 5/6, p. 1-3, 1994.

HAY, K. M.; SVOBODA, K. P. Botany. In: HAY, K. M.; WATERMAN, P. G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry, and production**. Harlow: Longman, Scientific & Technical, 1993. p. 5-22.

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

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.

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. et al. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer Associates, 1999. 464 p.

JUNGLAUS, R. W. **Aplicação de bioestimulante vegetal sobre o desenvolvimento de pepineiro (*Cucumis sativus*) enxertado e não enxertado**. 2008. 65 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

KHANDELWAL, S. K.; GUPTA, N. K.; SAHU, M. P. Effect of plant growth regulators on growth, yield and essential oil production of henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 77, n. 1, p. 67-72, 2002.

KHOSLA, M. K.; SOBOTI, S. N. Karyomorphological studies in genus *Ocimum* II. Sanctum group. **Cytologia**, 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, 1991. 24 p.

KRISHNAMOORTHY, H. N. **Gibberellins and plant growth**. New York: John Willy and sons, 1979. 563 p.

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**. Taylor & Francis Group, 2007. 547 p.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

MACHADO, V. P. O. **Ação de bioestimulante no crescimento, desenvolvimento e teor de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.)**. 2012. 45 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

MAHMOUD, S. E. D. M.; SHETTY, K. Response of growth and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to some natural hormones. **Acta Horticulturae**, Davis, v. 1, n. 426, p. 629-634, 1996.

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**, v. 44, n. 12, p. 3926-3929, 1996.

MAY, A. et al. Crescimento de plantas de manjeriço e produção de óleo em sistema de produção com cortes sucessivos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p.385-389, 2008.

MAZUTTI, M. et al. Caracterização química de extratos de *Ocimum basilicum* L. obtidos através de extração com CO₂ a altas pressões. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1198-1202, 2006.

MILLÉO, M. V. R.; VENÂNCIO, W. S.; MONFERDINI, M. A. Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, suplemento, p. 1-145, 2000.

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

MISRA, M. The effect of gibberellic acid (GA₃) on the growth, photosynthetic pigment content and oil yield of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth) plants grown in shade condition. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 17, n. 4, p. 367-370, 1995.

MODESTO, J. C. et al. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão 'cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 332-337, 1996.

MOK, M. C. Cytokinin and plant development: an overview. In: MOK, D. W. S.; MOK, M. C. **Cytokinins: chemistry, activity and function**. Boca Raton: CRC, 1994. p. 155-166.

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**, v. 27, n. 11, p. 1221-1222, 1992.

NICKELL, L. G. **Plant growth regulators**. Berlin: Springer, 1982. 173 p.

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

ONO, E. O.; GRANA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 348-350, 2004.

OZEK, T. et al. 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. et al. 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.

POVH, J. A. **Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinalis* L. e na produção de óleo essencial**. 2004. 102 fls. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu.

POVH, J. A. **Reguladores vegetais e bioestimulantes no desenvolvimento de *Salvia officinalis* L.: avaliações fisiológicas, bioquímicas e fitoquímicas.** 2008. 108 fls. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu.

POVH, J. A.; ONO, E. O. Rendimento de óleo essencial de *Salvia officinalis* L. sob ação de reguladores vegetais. **Acta Scientiarum. Biological Science**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 189-193, 2006.

POVH, J. A.; ONO, E. O. Efeito do ácido giberélico na composição do óleo essencial de *Salvia officinallis* L. **Publicitário UEPG**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1/2, p. 7-10, 2007.

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

REPKE, R. A. et al. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais na cultura da alface (*Lactuca sativa*) crespa var. Verônica e americana var. Lucy Brow. **Nucleus**, Ituverava, v. 6, n. 2, p. 99-109, 2009.

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 Ffarmacia de Coimbra**, v. 15, n. 1, p. 47-51, 1991.

ROSS, J.; O'NEILL, D. New interactions between classical plant hormones. **Trends in Plant Science**, v. 6, n. 1, p. 2-4, 2001.

SANCHES, F. R. **Aplicação de biorreguladores vegetais: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial.** Jaboticabal: Funep, 2000. 160 p.

SANTOS, C. H.; DOMINGUES, C. S. Mecanismo de ação de auxinas. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal.** Maringá: Eduem, 2002. p. 35-48.

SANTOS, V. D. et al. **Introdução ao estudo do crescimento e desenvolvimento vegetal.** Maringá: UEM, 2000. Apostila.

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.

SHEHEED, M. R. et al. Physiological studies on the growth, oil yield and chemical constituents in basil plant, *Ocimum basilicum* L. **Annals of Agricultural Sciences**, Cairo, v. 35, n. 2, p. 971-979, 1990.

SHUKLA, A.; FAROOQI, A. H. A. E. Review: utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Current Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 12, n. 3, p. 152-157, 1990.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, UFSC, 2000. p. 394-412.

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.

SINGH, P.; MISRA, A. Influence of gibberellin and ethrel on growth, chlorophyll content, protein, enzyme activities and essential monoterpene oil in an efficient genotype of *Mentha spicata* var. MSS5. **Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences**, v. 22-23, n. 4a-1a, p. 283-286, 2001.

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

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

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 basil at different seasons. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v. 40, n. 3, p. 331-335, 1999.

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

TECCHIO, M. A. et al. Aplicação de bioestimulante nas características ampelométricas da infrutescência da videira 'Tieta'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 300-303, 2005.

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.

TREASE, E. G.; EVANS, C. W. **Pharmacognosy**. 11. ed. London: Baillare Tindall, 1978. 812 p.

TRONCHET, A. The effects of GA treatment on plants of *Lepidium sativum*, *Mercurialis annua* and *Ocimum basilicum*. **Bulletin of the Society of History Natural**, v. 4, p. 85-86, 1961.

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

UMESHA, K. et al. Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, yield and quality of clocimum (*Ocimum gratissimum* L.). **Indian Perfumer**, Delhi, v. 35, n. 1, p. 53,57, 1991.

USDA. **Boosting Basil in Mississippi**. 2008. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2008/080422.htm>>. Acesso em: 10 set. 2014.

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.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine Max* (L) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122 fls. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de Stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP. Departamento de Ciências Biológicas, 2002. 3 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 74 p.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 79-104.

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. 2014.

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. et al. 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.

YANG, T.; DAVIES, P. J.; REID, J. D. Genetic dissection of the relative of roles auxin and gibberellin in the regulation of stem elongation in intact light-grown peas. **Plant Physiology**, Rockville, v. 110, n. 3, p. 1029-1034, 1996.

YOUSSEF, A. A.; TALAAT, I. M. Physiological effect of brassinosteroid and kinetin on the growth and chemical constituents of lavender plant. **Annals of Agricultural Sciences**, Cairo, v. 43, p. 261-272, 1998.

ZLATEV, S. R. et al. Effect of some cytokinins on the green mass and essential oil yield of peppermint. **Rast Nuk**, v. 15, n. 2, p. 51-56, 1978.